

AUTOREFERAT

zgodnie z rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 26 września 2016 r.
(Dz. U. z 2016r., poz. 882 i 1311, rozdział 2, §12.2, pkt 2)

***Opracowanie metodyki weryfikacji i kalibracji przyczepy do pomiaru oporu
toczenia w warunkach drogowych***



Grzegorz Ronowski

Gdańsk 2018

Spis treści:**str.**

1.	Imię i nazwisko	3
2.	Posiadane dyplomy, stopnie naukowe i odbyte szkolenia	3
2.1.	Stopnie, tytuły naukowe i zawodowe	3
2.2.	Doświadczenie zawodowe	3
2.3.	Staże naukowe i zawodowe	4
2.4.	Cel naukowy ww. pracy, osiągnięte wyniki i ich wykorzystanie	6
2.4.1.	Cel naukowy pracy	6
2.4.2.	Osiągnięte wyniki	7
2.4.3.	Cykl powiązanych tematycznie publikacji opisujących osiągnięcie naukowe	35
2.4.4.	Pozostałe publikacje, materiały konferencyjne i raporty (cytowane w autoreferacie)	37
2.4.5.	Zgłoszenia patentowe i patenty	38
2.4.6.	PM – Projekty Międzynarodowe	38
2.4.7.	PK – Projekty Krajowe	43
3.	Pozostałe rodzaje działalności	46
3.1.	Działalność organizacyjna	46
3.2.	Rozwój kadry naukowej	46
3.3.	Działalność opiniotwórcza	46
3.4.	Działalność dydaktyczna	47
3.5.	Konferencje naukowe	47
3.6.	Nagrody i wyróżnienia	48
3.7.	Tabelaryczne podsumowanie dorobku	49
3.8.	Aktualne wskaźniki bibliograficzne	50
3.9.	Oświadczenia autora	50

1. Imię i nazwisko

Grzegorz Ronowski

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe i odbyte szkolenia

2.1. Stopnie, tytuły naukowe i zawodowe

1991 – Technikum Samochodowe w Gdańsku;

1996 – **mgr inż.**; Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny, Katedra Pojazdów i Maszyn Roboczych, kier. Mechanika i Budowa Maszyn, spec. Pojazdy Samochodowe, dyplom magisterski pt.: „Program prezentujący działanie regulatora prądnicy prądu stałego” pod kierunkiem promotora: Prof. dr hab. inż. Jerzy A. Ejsmont, prof. zw. PG;

2005 – **dr inż.**; Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny, Katedra Pojazdów i Maszyn Roboczych, dysc. nauk. Budowa i Eksploatacja Maszyn, tytuł doktoratu: „Modelowanie hałasu samochodu osobowego w ruchu drogowym” pod kierunkiem promotora: Prof. dr hab. inż. Jerzy A. Ejsmont, prof. zw. PG;
Prof. dr hab. inż. Leon Prochowski (recenzent);
Prof. dr hab. inż. Zbigniew Lozia (recenzent);
Prof. dr hab. inż. Andrzej Kulowski (recenzent).

2.2. Doświadczenie zawodowe

1996.03 - 1996.09 – Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny, technik

1996 – 2006 – Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny, asystent

2006 – 2017 – Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny, adiunkt

2017 - ... – Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny, st. wykładowca

2.3. Staże naukowe i zawodowe

- staże i programy badawcze zagraniczne (32):

- 1.** 2012.10.22 – 2012.10.24, Niemcy, Hamburg. Umowa BAST 020607;
- 2.** 2012.10.07 – 2012.10.12, Dania, Kopenhaga. Persuade;
- 3.** 2012.07.16 – 2012.07.21, Szwecja. Umowa VTI 020405;
- 4.** 2012.06.14 – 2012.06.27, Szwecja. Umowa VTI 020405;
- 5.** 2012.05.22 – 2012.06.01, Dania, Kopenhaga. BZ 020308;
- 6.** 2011.11.02 – 2011.11.10, Szwecja. BZ (Umowa VTI);
- 7.** 2011.09.09 – 2011.09.19, USA, Minnesota. BZ;
- 8.** 2011.06.03 – 2011.06.12, Francja. Miriam;
- 9.** 2011.01.23 – 2011.01.27, Niemcy. Persuade;
- 10.** 2010.10.18 – 2010.10.23, Szwecja, Stockholm. Umowa VTI;
- 11.** 2010.09.05 – 2010.09.13, Szwecja. Umowa VTI;
- 12.** 2010.07.04 – 2010.07.10, Szwecja. Umowa VTI;
- 13.** 2010.05.31 – 2010.06.03, Szwecja, Jonkoping. Umowa VTI;
- 14.** 2010.06.28 – 2010.07.01, Węgry, Szeged, Budapest. Techconsult;
- 15.** 2009.10.08 – 2009.10.23, Szwecja. Umowa VTI;
- 16.** 2009.09.11 – 2009.09.20, Szwecja. Umowa VTI;
- 17.** 2009.09.05 – 2009.09.10, Dania. Umowa NPRA;
- 18.** 2008.11.08 – 2008.11.12, Szwecja. Umowa VTI;
- 19.** 2008.09.18 – 2008.10.01, Szwecja. Umowa VTI;
- 20.** 2008.07.17 – 2008.07.28, Finlandia. Umowa Nokian;
- 21.** 2008.07.01 – 2008.07.08, Holandia. Umowa ZM+P;
- 22.** 2007.10.04 – 2007.10.16, Szwecja. Umowa VTI;
- 23.** 2007.09.17 – 2007.09.29, Szwecja. Umowa VTI;
- 24.** 2007.08.08 – 2007.08.20, Szwecja. BZ;
- 25.** 2006.07.29 – 2006.08.06, Szwecja. Umowa VTI;
- 26.** 2006.06.08 – 2006.06.28, Grecja, Szwajcaria. Imagine;
- 27.** 2005.05.26 – 2005.06.04, Szwecja. Silvia;
- 28.** 2004.11.14 – 2004.11.18, Niemcy, Holandia. Round Robin Test Rolling Resistance/Energy consumption;
- 29.** 2004.06.25 – 2004.07.01, Szwecja. Umowa VTI;
- 30.** 2003.09.07 – 2003.09.16, Szwecja. Umowa VTI;
- 31.** 2003.07.05 – 2003.07.21, Niemcy. Silvia;
- 32.** 2001.09.28 – 2001.10.12, Szwecja. Staż naukowy w Swedish Road and Traffic Research Institute w Linkoping;

- staże i programy badawcze krajowe (15):

1. 2012.11.20 – 2012.11.21, Bolimowo. Mostostal 020624;
2. 2012.09.05 – 2012.09.08, Poznań, Kraków. Umowa TPA 020528;
3. 2011.06.29 – 2011.06.30, Warszawa. 019710;
4. 2011.05.16 – 2011.05.17, Gniew. Umowa TPA 019146 (019598);
5. 2011.04.18 – 2011.04.19, Wrocław. Umowa Skanska;
6. 2011.04.05 – 2011.04.05, Olsztyn. Umowa Strabak 019312;
7. 2011.02.30 – 2011.02.31, Siemianowice. Grant 019325;
8. 2010.11.25 – 2010.11.26, Wrocław. Umowa 019258;
9. 2010.09.22 – 2010.09.23, Bartoszyce, Pisz. Umowa Mostostal;
10. 2009.10.22 – 2009.10.22, Toruń. KPiMR;
11. 2008.05.07 – 2008.05.09, Poznań. KPiMR;
12. 2008.01.24 – 2008.01.24, Poznań. D/Kat;
13. 2007.12.20 – 2007.12.21, Poznań. Umowa Colas;
14. 2005.05.12 – 2005.05.12, Warszawa. BW/Mioduszewski;
15. 2003.05.17 – 2003.05.19, Poznań. Silvia;

2.4. Cel naukowy ww. pracy, osiągnięte wyniki i ich wykorzystanie

2.4.1. Cel naukowy pracy

Osiągnięciem naukowym, które przedstawiam do oceny zgodnie z art.16.2.1 (Dz.U. 2003 Nr 65 poz. 595; Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki) jest cykl powiązanych tematycznie publikacji [A], które wyszczególnione są w pkt. 2.4.3 niniejszego referatu. Wspólnym mianownikiem tego osiągnięcia jest opracowanie metodyki weryfikacji i kalibracji przyczepy do pomiaru oporu toczenia w warunkach drogowych oraz doprowadzenie systemu pomiarowego do dokładności wynoszącej 1%.

Celem naukowym mojej pracy jest badanie wpływu warunków zewnętrznych (np. pochylenie wzdłużne drogi, przyspieszenie wzdłużne przyczepy, temperatury otoczenia, nawierzchni czy opony) oraz rozwiązań technicznych poszczególnych węzłów przyczepy na jakość uzyskiwanych wyników badań współczynnika oporu toczenia w warunkach drogowych, przy wykorzystaniu przyczepy pomiarowej R^2 Mk2.

Wykonana przeze mnie praca naukowo-badawcza udokumentowana cyklem publikacji wykazała, że metoda przyczepowa może być z powodzeniem wykorzystana do pomiaru oporu toczenia, a zmodyfikowana przyczepa R^2 Mk.2 pozwala na przeprowadzanie badań drogowych z wymaganą przez producentów opon i nawierzchni drogowych dokładnością wynoszącą około 1%.

2.4.2. Osiągnięte wyniki

W autoreferacie przyjąłem następujące kody identyfikujące przedstawione do oceny osiągnięcia:

- A** - cykl powiązanych tematycznie publikacji opisujących osiągnięcie naukowe
- B** - pozostałe publikacje ujęte w autoreferacie
- P** - patenty i zgłoszenia patentowe
- PM** - projekty międzynarodowe
- PK** - projekty krajowe

Pracę na Politechnice Gdańskiej rozpocząłem bezpośrednio po ukończeniu studiów w Katedrze Mechaniki i Wytrzymałości Materiałów Wydziału Mechanicznego. W 1998 z uwagi na zainteresowania i możliwości kadrowe zostałem przeniesiony do Katedry Pojazdów i Maszyn Roboczych, w której pracuję do dnia dzisiejszego. Po wielu przeprowadzonych zmianach organizacyjnych Katedra nazywa się Katedrą Konstrukcji Maszyn i Pojazdów, z Zespołem Pojazdów, gdzie obecnie pracuję. Zespół ten, od początku swojego istnienia, zajmuje się zagadnieniami współpracy kół ogumionych z nawierzchnią jezdni, co w naturalny sposób ukierunkowało moje zainteresowania naukowe. W pierwszym okresie mojej pracy - do obrony doktoratu, zajmowałem się hałasem generowanym podczas współpracy opony z nawierzchnią jezdni oraz całkowitym hałasem pojazdu, który dla większości sytuacji ruchowych zdeterminowany jest przez hałas opon. W efekcie przygotowałem i obroniłem w 2005 roku pracę doktorską pod tytułem *„Modelowanie hałasu samochodu osobowego w ruchu drogowym”*.

Pierwszym projektem europejskim, w którym wziąłem udział jako główny wykonawca był projekt 5PRUE HARMONOISE (*„Harmonised, accurate and reliable prediction methods for the EU directive on the assessment and management of environmental noise”*) [PM1], w którym to zajmowałem się zagadnieniami modelowania hałasu pojazdów samochodowych poruszających się w różnych warunkach ruchu i na różnych nawierzchniach. W efekcie opracowałem empiryczny model hałasu pojazdu o nazwie VENOM (**VE**hicle **NO**ise **MO**del), umożliwiający określenie poziomu hałasu samochodu osobowego poruszającego się zadaną prędkością, przy zadanym przyspieszeniu na typowych nawierzchniach drogowych. Budowa modelu oparta była na wieloletnich badaniach drogowych, które prowadziłem w Polsce i na torze doświadczalnym Mantorp w Szwecji. Model był i jest wykorzystywany szeroko do prac związanych z symulacją wpływu warunków ruchu na hałas pojazdów [B1], [B2].

Jeszcze w okresie trwania projektu HARMONOISE Zespół rozpoczął realizację projektu europejskiego 5PRUE SILVIA (*„Sustainable road surfaces for traffic noise control”*) [PM2], w którym również pracowałem jako główny wykonawca. Projekt ten dotyczył opracowania „Cichej nawierzchni drogowej” na potrzeby europejskiej sieci transportu drogowego oraz metody klasyfikacji nawierzchni pod kątem „głośności”. W ramach projektu prowadziłem liczne badania drogowe hałasu na drogach w wielu krajach europejskich. Moim głównym zadaniem było monitorowanie dokładności pomiarów, udoskonalenie systemu pomiarowego i opracowywanie systemu analiz hałasu rejestrowanego przez przyczepę pomiarową TireSonic

Mk3 (Rys. 1). Zajmowałem się również wpływem tekstury i porowatości nawierzchni na hałas opon. Po zakończeniu projektu HARMONOISE komisja europejska doceniając znaczenie opracowania ujednoliconej metodyki przewidywania hałasu drogowego uruchomiła projekt europejski 6PRUE IMAGINE („*Improved methods for the assessment of the generic impact of noise in the environment*”) [PM3], w którym również należałem do grupy głównych wykonawców.

W ramach projektu IMAGINE prowadzony był wieloletni monitoring hałasu na drodze DK 20 w Chwaszczynie, który został uznany za jedno z najważniejszych osiągnięć projektu [B3]. Podobnie, jak w przypadku projektu HARMONOISE moim głównym zadaniem było zapewnienie odpowiedniej dokładności pomiarów, opracowanie procedur eliminujących zakłócenia związane z prowadzeniem badań na otwartej przestrzeni. Byłem również autorem procedur umożliwiających automatyczną analizę wyników.

Reasumując, przedstawiony powyżej etap pracy zawodowej dotyczył zagadnień optymalizacji systemów pomiarowych i modeli symulacyjnych związanych z hałasem generowanym przez opony samochodowe. Etap ten, przyczynił się do pogłębienia moich umiejętności w zakresie technik pomiarowych, które stały się podstawą mojej dalszej pracy naukowej. Powyższe doświadczenie mogłem wykorzystać jako główny wykonawca w projekcie krajowym „Modelowanie hałasu zewnętrznego pojazdów samochodowych poruszających się z małymi prędkościami” [PK2]. W tym projekcie odpowiedzialny byłem za analizę poziomów hałasu występujących podczas poszczególnych manewrów lub operacji związanych z parkowaniem pojazdów oraz za opracowanie równań i algorytmów wchodzących w skład modelu CP2009. Model ten, opisuje hałas pojazdów poruszających się i manewrujących na parkingach, stacjach benzynowych czy Miejscach Obsługi Podróżnych (MOP). Kilka lat później model CP2009 został uzupełniony o hałas pojazdów niskoemisyjnych (pojazdy elektryczne i hybrydowe), przez co ewoluował on do postaci CP2015 ([B4], [B5], [B6]).



Rys. 1. Przyczepa do pomiaru hałasu opon i nawierzchni drogowych Tiresonic Mk3

Pod koniec lat 90tych dwudziestego wieku, ze względu na uwarunkowania ekologiczne oraz ekonomiczne producenci opon, wykonawcy nawierzchni drogowych oraz administratorzy dróg

zaczęli coraz więcej uwagi kierować na zagadnienia związane z oporem toczenia kół samochodowych. Jakkolwiek pewne dane o oporze toczenia opon można znaleźć nawet w publikacjach z lat 50 ÷ 60 dwudziestego wieku, to zostały one uzyskane bardzo prymitywnymi i niedokładnymi metodami. Pomiar oporu toczenia opon jest bardzo trudny do wykonania ze względu na to, że siła oporu stanowi mniej niż 1% siły nacisku opony na jezdnię. Tak więc, aby przykładowo wykonać z dokładnością 1% pomiar oporu toczenia opony do samochodu osobowego obciążonej siłą normalną 4000N, który wynosi typowo 30 ÷ 40 N, dokładność systemu pomiarowego musi być nie gorsza niż 0,3 ÷ 0,4 N. Zapewnienie takiej dokładności przy badaniach laboratoryjnych jest trudnym zadaniem, a w warunkach drogowych, gdzie pojawiają się liczne czynniki zakłócające taki pomiar, jest już ekstremalnie trudne.

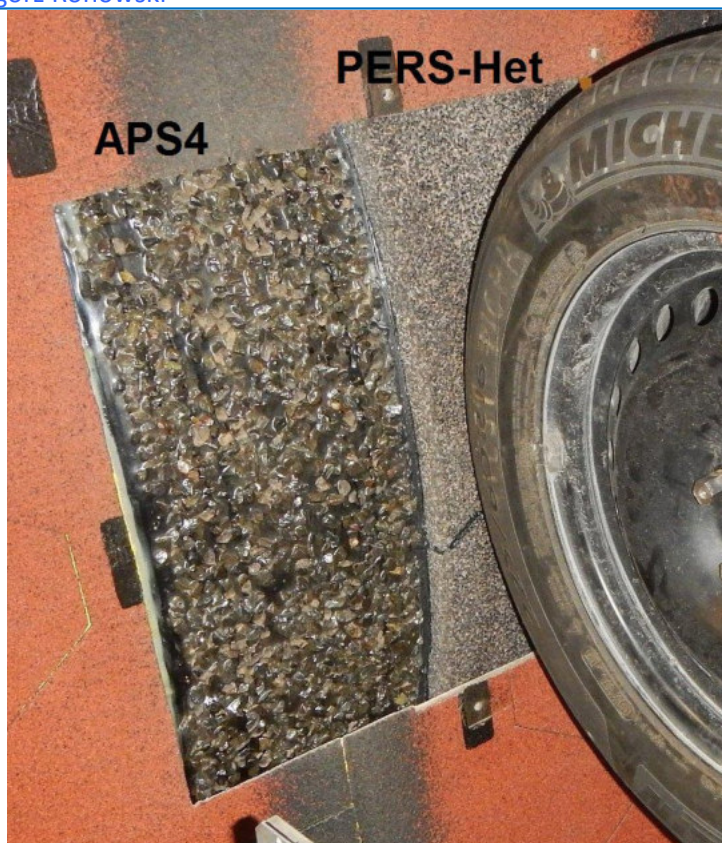
Większość publikowanych wyników badania oporu toczenia opon (w tym te, na podstawie których tworzone są etykiety ekologiczne), wykonywanych jest na maszynach bieżnych ze stalowym bębnem o średnicy 1,7 do 2,6 m. Niestety korelacja pomiędzy tak uzyskanymi wynikami, a tym co ma rzeczywiście miejsce na drodze, jest niewielka. Jest sprawą oczywistą, że odkształcenia opony decydujące o oporze toczenia są zupełnie inne podczas toczenia po gładkim, ale wypukłym bębnie stalowym niż po szorstkiej, często nierównej ale w miarę płaskiej rzeczywistej nawierzchni drogowej.

W Katedrze Pojazdów Mechanicznych prace nad badaniami oporu toczenia podjęte zostały już pod koniec lat 80tych XX wieku, ale ze względu na możliwości ekonomiczne koncentrowały się one właśnie na badaniach laboratoryjnych. Zdając sobie sprawę z niedostatków metody bębnowej zespół pod kierownictwem prof. Jerzego A. Ejsmonta pokrył bębny maszyn bieżnych znajdujących się w Laboratorium Zespołu Pojazdów replikami rzeczywistych nawierzchni drogowych, w tym „powierzchniowym utrwaleniem” o bardzo dużej szorstkości (Rys. 2 i Rys. 3). Wyeliminowało to, niektóre wady metody bębnowej ale wada główna – krzywizna nawierzchni pozostała. Około roku 1987 w Belgijskim Instytucie BRRC powstała interesująca przyczepa doświadczalna wykorzystująca zasadę wahacza pionowego, która wydawała się przełamywać problemy związane z dokładnością badań drogowych. Niestety konstruktorom przyczepy nie udało się przezwyciężyć licznych trudności i zaniechali oni rozwoju tej konstrukcji.

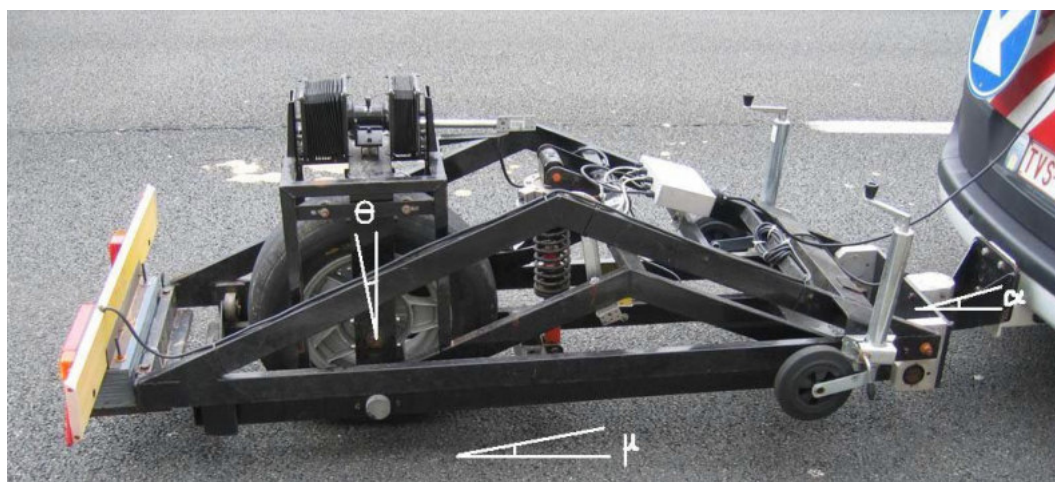


Rys. 2. Bęben o średnicy 1,7 m pokryty repliką nawierzchni APS4 oraz nawierzchnią PERS-HET

Prace nad konstrukcją przyczepy do badań oporu toczenia rozpoczęły się na Politechnice Gdańskiej w roku 2001, co zbiegło się z moim przejściem do Katedry Pojazdów i Maszyn Roboczych. Od początku pracy w Katedrze, zostałem włączony do zespołu zajmującego się konstrukcją przyczepy, w którego skład wchodzi między innymi prof. dr hab. inż. Jerzy A. Ejsmont i dr hab. inż. Stanisław Taryma. Przyczepa została wykonana w okresie od 2001 do 2003 w ramach grantu KBN nr 8TO7B04320 „Badanie oporu toczenia opon samochodowych w warunkach drogowych.” [PK1]. Za zgodą dr. G. Descornet z BRRC wykorzystaliśmy zasadę wahacza pionowego i zbudowaliśmy przyczepę opartą na tej zasadzie, ale pod względem konstrukcyjnym zupełnie inną niż przyczepa BRRC przedstawiona na Rys. 4. Moim zadaniem było opracowanie systemu pomiarowego i jego oprogramowanie oraz stworzenie kompleksowych procedur kalibracyjnych.



Rys. 3. Replika nawierzchni APS 4 (powierzchniowe utwalenie) oraz nawierzchnia PERS-Het pokrywająca bęben maszyny bieżnej



Rys. 4. Przyczepa do pomiaru oporu toczenia w warunkach drogowych firmy BRRC, Belgia
(źródło: MIRIAM, Models for rolling resistance In Road Infrastructure Asset Management systems: „Rolling Resistance – Basic Information and State-of the-Art on Measurement methods”)

Już pierwsze próby przyczepy udowodniły jej potencjalnie dużą przydatność do badań, ale też wykazały, że aby przyczepa pozwoliła na uzyskanie dokładności wyników rzędu $1 \div 2\%$ konieczne jest doskonalenie poszczególnych mechanizmów oraz systemu pomiarowego. Z perspektywy minionych 15 lat użytkowania przyczepy, która w wersji pierwotnej miała symbol $R^2Mk.1$, widać jak ułomne było pierwsze testowane rozwiązanie. Tym niemniej biorąc pod uwagę, że na świecie nie było innych systemów pomiarowych zdolnych do badań drogowych, nawet w tej niedoskonałej wersji przyczepa skupiła na sobie zainteresowanie europejskich instytutów naukowych, co zaowocowało licznymi badaniami wykonywanymi na terenie Szwecji, Danii, Niemiec, Holandii, Francji, Finlandii a następnie USA.

W ramach podziału obowiązków oraz zgodnie z moim zainteresowaniem przypadło mi zadanie wyeliminowania problemów występujących podczas badań z wykorzystaniem przyczepy $R^2Mk.1$ przedstawionej na Rys. 5. Pomijając chronologię rozwoju przyczepy okazało się, że konieczne jest rozwiązanie następujących problemów:

1. Wyeliminowanie wpływu opływu powietrza wokół badanej opony;
2. Wyeliminowanie wpływu wzdłużnego pochylenia drogi oraz przyspieszenia pojazdu badawczego;
3. Wyeliminowanie wpływu kolein;
4. Wyeliminowanie „pływania” wyników polegającego na tym, że pomiary dla tych samych nawierzchni wykonane jednego dnia bywają wyraźnie wyższe lub niższe niż wykonane innego dnia, przy czym uszeregowanie opon i nawierzchni nie ulegało zmianie;
5. Wyeliminowanie wpływu temperatury;
6. Zapewnienie stałych oporów w łożyskach systemu pomiarowego;
7. Zapewnienie przyjaznego dla operatora interfejsu pomiarowego;
8. Zabezpieczenie systemu pomiarowego i przyczepy badawczej przed sytuacjami awaryjnymi.



Rys. 5. Pierwsza przyczepa do pomiaru oporu toczenia ($R^2Mk.1$) zbudowana w Katedrze Pojazdów i Maszyn Roboczych – pierwotna wersja przyczepy

Wyniki wielu prac naukowych prowadzonych w Zakładzie Pojazdów nie mogły i nadal nie mogą być publikowane gdyż ograniczenia w tym zakresie narzucały umowy z instytucjami zlecającymi badania. Od kilku lat Zakład współpracuje ściśle z jednym z czołowych, światowych producentów opon prowadząc badania oporu toczenia w laboratorium oraz na torze doświadczalnym tej firmy. W myśl podpisanej umowy nie jest jednak dozwolone nie tylko publikowanie wyników, ale nawet podawanie nazwy tej firmy. Z jednej strony stanowi to ograniczenie w rozpowszechnianiu wyników mojej działalności naukowej ale z drugiej strony stanowi dowód, że sprzęt jaki powstał w Zakładzie Pojazdów (stanowiska bębnowe i przyczepa) jest unikatowy w skali światowej i bardzo przydatny.

Modernizacja przyczepy R²Mk.1 rozpoczęła się od prac zmierzających do wyjaśnienia i wyeliminowania gwałtownego przyrostu odczytu oporu toczenia pojawiające się wraz ze wzrostem prędkości jazdy. Zaobserwowano, że podczas badań drogowych mierzony opór bardzo silnie rośnie wraz ze wzrostem prędkości, a zjawisko takie nie występuje przy wykonywaniu badań metodą laboratoryjną. Analiza problemu wykazała, że przyczyną jest napór powietrza na badaną oponę. Proste obliczenia wykazały, że przy prędkości około 90 km/h opór powietrza oddziaływującego na koło z oponą jest zbliżony do oporu toczenia dla tego koła. Problem wyeliminowany został przez zbudowanie osłony aerodynamicznej umieszczonej wokół badanego koła [A2]. Jako ciekawostkę mogę podać, że to oczywiste zdawać by się mogło rozwiązanie nie zostało zastosowane w przyczepach, które zbudowało BRRC (Belgia) czy BAST (Niemcy) i przyczepy te nie mogą mierzyć oporu toczenia przy większych prędkościach albo przy silnym wietrze.

Badania, które przeprowadziłem wraz z Zespołem Pojazdów w ramach projektu europejskiego 7PRUE ROSANNE („*Rolling resistance, skid resistance and noise emission measurement standards for road surfaces*”) [PM4] w tunelu aerodynamicznym w Rail Tec Arsenal w Austrii wykazały, że skonstruowana osłona aerodynamiczna w pełni eliminuje napór powietrza na badane koło. Na Rys. 6 przedstawiony został pojazd badawczy wprowadzony do tunelu aerodynamicznego przeznaczonego do badania aerodynamiki pojazdów szynowych.



Rys. 6. Przyczepa do pomiaru oporu toczenia R²Mk.2 podczas badań w tunelu aerodynamicznym w Austrii

Kolejnym problemem wymagającym wyeliminowania był wpływ przyspieszenia/opóźnienia oraz nachylenia drogi na uzyskiwane wyniki. Pomimo tego, że system z wahaczem pionowym jest generycznie mało czuły na siły bezwładności (co stanowi jego główną zaletę), na masę koła oraz część masy wahacza oddziałuje przyspieszenie pojazdu oraz składowa styczna siły ciężkości w przypadku jazdy po pochylonej drodze. Dla typowego układu mechanicznego

przyspieszenie wynoszące jedynie $0,01 \text{ m/s}^2$ (czyli praktycznie niewyczuwalne przez człowieka) powoduje powstanie siły wynoszącej około $0,4 \text{ N}$ (dla masy koła 20 kg i masy wahacza skupionej w osi obrotu koła wynoszącej 20 kg), czyli stanowiącej 1% typowej siły oporu toczenia. Jak wykazały przeprowadzone przeze mnie próby korekcja matematyczna oparta na pomiarach przyspieszenia i kąta inklinacji przyczepy jest bardzo mało dokładna i nie poprawia w sposób istotny dokładności pomiaru. Wynika to z ograniczonej czułości akcelerometrów oraz zakłóceń ich pracy związanych z nierównościami nawierzchni drogowych. Najbardziej skuteczną okazała się metoda mechaniczna, która eliminowała zarówno wpływ pochylenia drogi jak i przyspieszenia poprzez przyłożenie do systemu pomiarowego przeciwnie skierowanej siły. Metoda ta została opatentowana [P1]. Jestem współautorem tego patentu. Badania kontrolne przeprowadzone w warunkach znacznego pochylenia drogi oraz przyspieszenia/opóźnienia wykazały bardzo dobrą skuteczność układu kompensacyjnego. Pozwala on niemal w 100% wyeliminować wpływ pochylenia drogi, a wpływ przyspieszenia eliminowany jest w około 80%. Szczegółowa informacja na ten temat znajduje się w [A21].

Podczas badań, które prowadziłem na torze doświadczalnym „Kloosterzande” w Holandii, kilka badanych nawierzchni drogowych było ułożonych jedynie w postaci wąskich pasów, w wyniku czego podporowe koła przyczepy jadącej „okrakiem” po odcinku doświadczalnym poruszały się po nawierzchni zagłębionej w stosunku do nawierzchni badanej o około $25 \div 30 \text{ mm}$. Odpowiadało to sytuacji jazdy w głębokich koleinach podczas badań na torze Nokian w Finlandii, podczas których to badań również stwierdziłem pojawienie się większych niż zazwyczaj fluktuacji wyników. Analiza zapisów z poszczególnych czujników wykazała, że konieczne jest wprowadzenie istotnych zmian w algorytmie, gdyż przyczepa w wersji pierwotnej nie miała czujników pozwalających na wykrycie pionowego przesunięcia pasów nawierzchni, po których toczą się koła podporowe. Dla wyeliminowania tego problemu zastosowałem układ dwóch laserów umieszczonych z przodu i tyłu przyczepy, które określają pochylenie przyczepy w stosunku do badanej nawierzchni.

Doświadczenie zdobyte podczas wieloletnich badań drogowych wskazało mi kolejny kierunek badań niezbędnych dla uzyskania dokładnych wyników oporu toczenia. Problemem do rozwiązania stał się wpływ temperatury. Dla zapewnienia analogii pomiędzy badaniami laboratoryjnymi, które są opisane w normach ISO 28 580 „Passenger car, truck and bus tyres – Methods of measuring rolling resistance – Single point test and correlation of measurement results”, badania drogowe oparte na metodzie opracowanej w Zespole Pojazdów były prowadzone w temperaturze $15 \div 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$, a wyniki normalizowane do temperatury $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ z wykorzystaniem zależności korekcyjnych opisanych w tych normach. Analizy wyników badań drogowych wykazały jednak, że podejście takie nie jest właściwe. Po pierwsze zakres temperatur powietrza podczas badań drogowych był zazwyczaj szerszy niż dla klimatyzowanych laboratoriów, a po drugie przy danej temperaturze powietrza opona mogła osiągać bardzo różne temperatury strefy bieżnikowej, ścianek bocznych czy stopek. Wynikało to ze znacznego wpływu temperatury nawierzchni drogowej, wilgotności tej nawierzchni oraz warunków chłodzenia.

Podczas badań laboratoryjnych temperatura nawierzchni bębna jest niemal taka sama jak temperatura powietrza, a w przypadku badań drogowych różnica może wynosić nawet $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Stwierdziłem, że najważniejsza dla oporu toczenia jest temperatura opony, bo ona decyduje o

histerezie występującej w materiałach, z których jest zbudowana. Niestety pomiar temperatury opony jest niemal niemożliwy do zrealizowania, bo każdy element opony lokalnie ma inną temperaturę (występuje tzw. „pole temperatur”), a dodatkowo możliwy jest jedynie pomiar termowizyjny temperatury powierzchni opony podczas, gdy najważniejsza jest temperatura w głębszych warstwach bieżnika, barku opony, czy w ściankach bocznych. Problem ten został dogłębnie poruszony w [A6], [A18], [A22]. Można oczywiście przy dużym nakładzie sił i środków zbudować „oczujnikowaną oponę”, ale taka opona mogłaby być wykorzystana jedynie do bardzo specyficznych badań o czysto naukowym charakterze na zamkniętych torach doświadczalnych, a nie przy rutynowych badaniach nawierzchni drogowych zlokalizowanych na drogach, na których odbywa się ruch pojazdów (zagadnienie homologacji opon). Co więcej, przeprowadzone badania laboratoryjne i drogowe wykazały, że współczynnik wpływu temperatury na opór toczenia jest różny dla różnych opon, a nawet dla różnych nawierzchni oraz nie ma on wartości stałej w całym zakresie temperatur występujących podczas badań drogowych. Stwierdzenie tego faktu pozwoliło na wyjaśnienie powodu „pływania” wyników w różnych seriach (dniach) pomiarowych. Przy okazji stwierdziłem, że w wielu wypadkach badania prowadzone były po deszczu, gdy tylko nawierzchnia wyglądała na suchą, a w takiej sytuacji była ona zazwyczaj przez pewien czas znacznie zimniejsza niż normalnie. W rezultacie opracowałem wytyczne dotyczące prowadzenia badań drogowych, nagrzewania opon i korygowania wyników, które znalazły się w projekcie międzynarodowej normy opracowanej w konsorcjum projektu ROSANNE [PM4].

Dzięki finansom zapewnionym w ramach projektu ROLRES [PK5], w którym pełniłem rolę głównego wykonawcy, możliwe było zarówno prowadzenie badań pozwalających na lepsze poznanie wpływu tekstury nawierzchni [A7], [A8], [A13], [A15], [A17], temperatury nawierzchni i powietrza [A22], wilgotności nawierzchni [A12], ciśnienia i obciążenia [A14], jak również równoległe doskonalenie przyczepy pomiarowej i układu pomiarowego. Prace te zaowocowały zarówno nawiązaniem nowych kontaktów naukowych z czołowymi światowymi instytucjami zajmującymi się oponami (np. Department of Transportation USA) [PM7], [PM8], jak również z jednym z czołowych producentów opon na świecie. Wykonana niemal od podstaw nowa przyczepa doświadczalna R²Mk.2 (Rys. 7) jest przez wiele ośrodków badawczych uznana za najbardziej zaawansowane urządzenie badawcze tego typu na świecie. Podczas badań „Round Robin Test” przeprowadzonych w ramach projektu 7RPUE ROSANNE („*Rolling resistance, skid resistance and noise emission measurement standards for road surfaces*”) [PM4] na torze LCPC w Nantes (Francja) wyniki uzyskane za pomocą przyczepy R²Mk.2 traktowane były jako „wzorcowe” (benchmark) i inni, bardzo zresztą nieliczni operatorzy przyczep (jak np. BAST, COLAS, BRRC), porównywali swoje wyniki z wynikami uzyskanymi przy pomocy przyczepy R²Mk.2. Na Rys. 8 przedstawiono pionowy wahacz wraz z częścią ustroju pomiarowego – jest to „serce” systemu pomiarowego przyczepy R²Mk.2.

Pierwszy poważniejszy test nowej przyczepy R²Mk.2 odbył się na torze doświadczalnym MnRoad w Stanach Zjednoczonych [PM8], gdzie przyczepa została dostarczona transportem lotniczym. W ciągu 3 dni wykonane za jej pomocą zostały badania dla 4 opon na 68 nawierzchniach przy 3 prędkościach pomiarowych, co wywoływało duże zainteresowanie ekspertów drogowych z Departamentu Transportu USA (Rys. 9). Byli oni przyzwyczajeni, że klasycznymi metodami można dziennie zbadać jedną nawierzchnię, kilka opon i $2 \div 3$ prędkości i to tylko pod warunkiem „idealnej pogody”.



Rys. 7. Nowa przyczepa doświadczalna $R^2Mk.2$ do pomiaru oporu toczenia podczas badań w MnRoad.

Niestety mimo bardzo szczegółowych przygotowań nie obyło się bez problemów, bo wystąpiła pewna niekompatybilność pomiędzy instalacją elektryczną amerykańskiego pojazdu badawczego, a przyczepą $R^2Mk.2$, która została wykryta dopiero podczas drugiego dnia badań. W wyniku tego problemu instalacja elektryczna przyczepy była zasilana stosunkowo niskim napięciem (ok. 10,5 V), zamiast nominalnym napięciem 14,2 V. Podczas analiz wykryłem, że skutkowało to zmniejszeniem odchylenia wahacza pomiarowego, którego oś napędzana jest silnikiem elektrycznym dla zmniejszenia oporów tarcia (współczynnik oporu przy tarciu kinetycznym jest mniejszy niż przy tarciu statycznym). Przeprowadziłem szczegółowe badania wpływu prędkości obrotowej osi wahacza na uzyskane wyniki, co umożliwiło skorygowanie wyników i dostarczenie Zleceniodawcy wiarygodnych rezultatów. Po wykryciu problemu, przyczepa została przebudowana i zamiast szeregowego silnika trakcyjnego zastosowany został silnik z magnesem trwałym zapewniający znacznie większą stabilność prędkości obrotowej i redukcję wpływu zmian napięcia zasilającego.



Rys. 8. Widok wahacza pionowego wraz z częścią systemu pomiarowego przyczepy R²Mk.2



Rys. 9. Unikatowa przyczepa R²Mk.2 wraz z grupą ekspertów drogowych z Departamentu Transportu USA podczas badań na torze testowym MnRoad, Minnesota

Jednym z głównych założeń przy modernizacji przyczepy było zapewnienie przyjaznego interfejsu z operatorem systemu, gdyż zdecydowana większość badań oporu toczenia za pomocą przyczepy R²Mk.2 prowadzona jest na drogach publicznych o intensywnym ruchu. Powoduje to znaczne obciążenie psychiczne zarówno kierowcy, jak i operatora systemu pomiarowego. Każdy nieudany przejazd powoduje konieczność powtórzenia pomiaru, co niekiedy (np. na autostradach) wiąże się z koniecznością wykonania dodatkowej kilkudziesięcio-kilometrowej „pętli”. Około 90 % wykonywanych przez Zespół Pojazdów badań prowadzonych jest za granicą (w tym w tak odległych krajach jak USA czy Francja), więc konieczna jest bieżąca ocena jakości wykonywanych pomiarów, bo jeśli zaistniałe problemy zostaną zauważone dopiero na etapie analiz prowadzonych po zakończeniu badań to praktycznie nie ma możliwości powtórzenia pomiarów. W okresie opracowywania autoreferatu system pomiarowy przyczepy składał się z:

1. Laserowego czujnika pomiaru kąta odchylenia wahacza pionowego;
2. Laserowego czujnika pomiarowego wskazującego odległość przedniej osi od nawierzchni;
3. Laserowego czujnika pomiarowego określającego odległość osi koła badanego od nawierzchni;
4. Laserowego czujnika mierzącego ugięcie zawieszenia balastu przyczepy (służącego do oceny równości nawierzchni);
5. Laserowego czujnika tekstury nawierzchni (tzw. „szybki” laser o częstotliwości próbkowania 64 kHz pozwalający na odwzorowanie profilu nawierzchni jezdni z krokiem 0,5 mm i rozdzielczości pionowej 32 μ m) do określania MPD i innych deskryptorów tekstury nawierzchni;
6. Czujnika IR temperatury nawierzchni;
7. Czujnika IR temperatury opony w rejonie barku;
8. Czujnika termistorowego temperatury otoczenia;
9. Innowacyjnego czujnika barometrycznego do określania pochylenia drogi;
10. Czujnika impulsowego określającego prędkość koła podporowego przyczepy;
11. Sytemu pozycyjnego GPS określającego położenie przyczepy oraz jej prędkość z częstotliwością 5 Hz;
12. Czujnika ciśnienia w kole badanym wraz z możliwością automatycznej regulacji tego ciśnienia;
13. Systemu triggerów zewnętrznych śledzących położenie przyczepy względem wybranych punktów bazowych.

Wszystkie elementy układu pomiarowego zostały pod moim kierunkiem zintegrowane za pomocą programu LabView, którego struktura blokowa przedstawiona jest na Rys. 10. Program został napisany przez Pawła Fularczyka (który odbył trzymiesięczny staż w firmie National Instruments ucząc się programowania w LabView) w ramach pracy dyplomowej realizowanej w Zakładzie Pojazdów. W programie zostało zintegrowanych wiele procedur napisanych przeze mnie takich jak, do obsługi modułu GPS czy do automatycznej regulacji

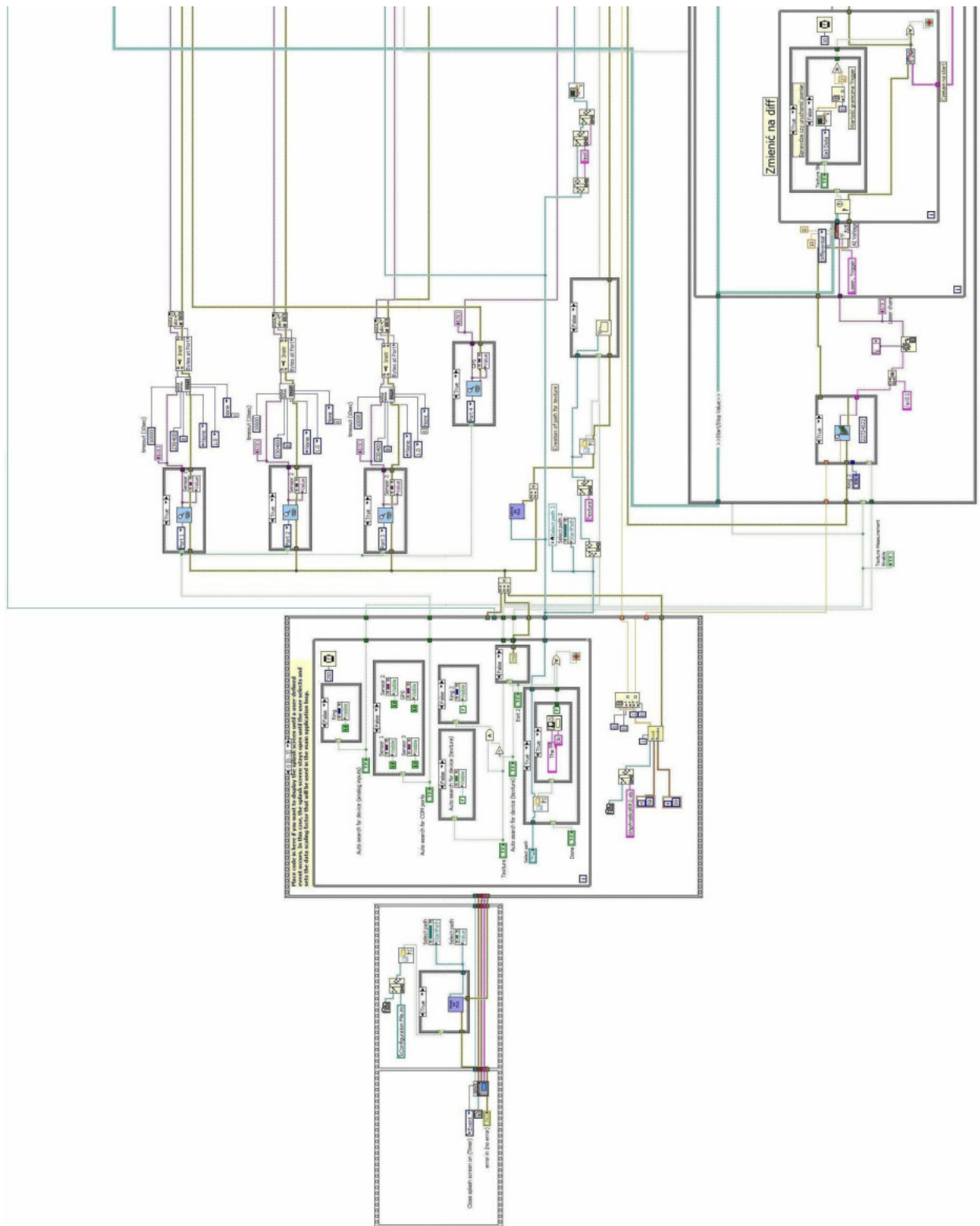
ciśnienia w oponie. Program współpracuje z laptopem operatora systemu zainstalowanym przed prawym siedzeniem (zrzut ekranu programu przedstawiono na Rys. 11) w pojeździe doświadczalnym wyświetlając informację o:

- położeniu wahacza pionowego (pomiarowego) – przebieg w funkcji czasu, jak i wartość dyskretna;
- odległości przedniej osi jak i osi obrotu koła badanego od nawierzchni – przebieg w funkcji czasu, jak i wartości dyskretny;
- pochyleniu wzdłużnym nawierzchni – przebieg w funkcji czasu, jak i wartość dyskretna;
- temperaturach nawierzchni, opony i powietrza;
- ciśnieniu wewnątrz opony;
- ugięciu zawieszenia balastu przyczepy;
- czasie trwania pomiaru oraz o przebytych dystansie pomiarowym;
- prędkości jazdy;
- współrzędnych i kierunku geograficznym;
- uruchomionych triggerach.

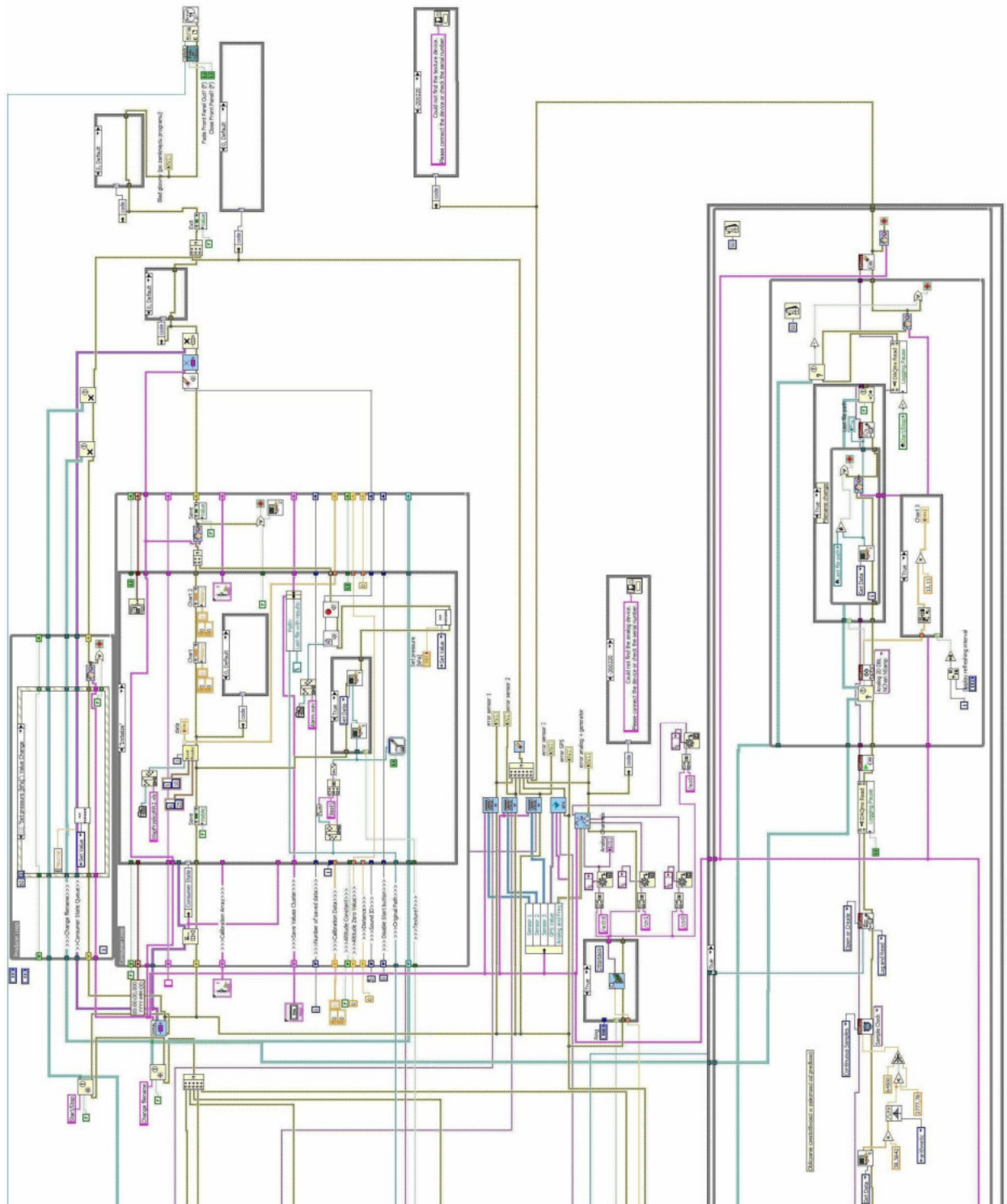
System monitoruje krytyczne parametry i wysyła ostrzeżenia o sytuacjach, które potencjalnie mogą być niebezpieczne (np. zmniejszenie ciśnienia w badanym kole), lub może wskazywać na zakłócenia pomiaru (np. zaniki wiązek laserowych, inne wskazania poza typowym zakresem pomiarowym).

Po wykonaniu pomiarów i wstępnej ich weryfikacji następuje właściwa analiza wyników (jako post – processing), która pozwala na uzyskanie wyników w funkcji drogi z krokiem co 1 metr dotyczących:

- przebiegu współczynnika oporu toczenia;
- profilu wzdłużnego drogi;
- profilu prędkości jazdy;
- przyspieszenia wzdłużnego przyczepy;
- oraz pozostałych parametrów rejestrowanych podczas pomiarów.



Rys. 10. – cz. 1. Struktura blokowa programu do obsługi przyczepy R²Mk.2. Z uwagi na rozmiar schemat przedstawiono w dwóch częściach ułożonych w pozycji pionowej. Większość bloków symbolizowanych przez kwadratowe ikony zawierają kolejne struktury programu

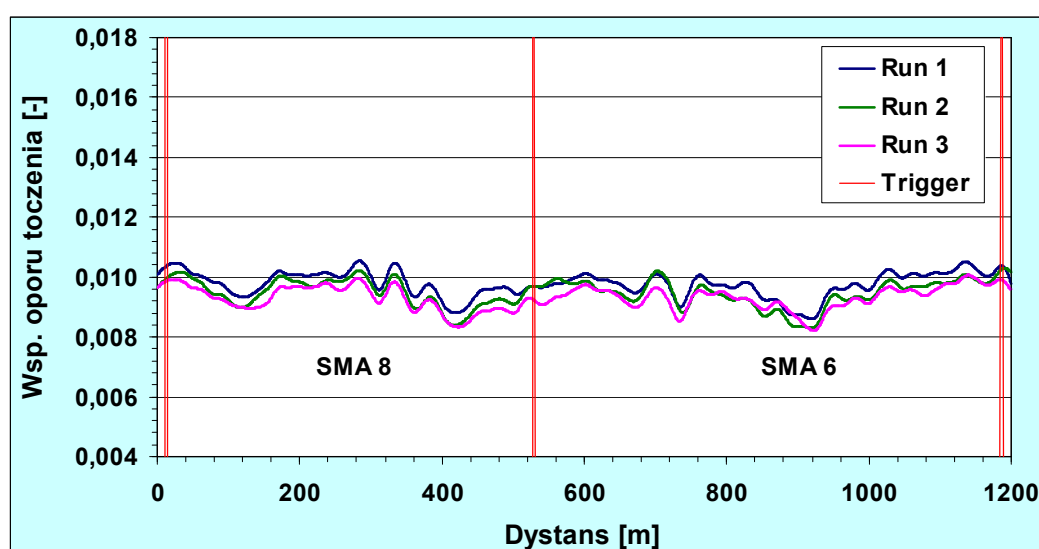


Rys. 10. – cz. 2. Struktura blokowa programu do obsługi przyczepy R²Mk.2. Z uwagi na rozmiar schemat przedstawiono w dwóch częściach ułożonych w pozycji pionowej. Większość bloków symbolizowanych przez kwadratowe ikony zawierają kolejne struktury programu

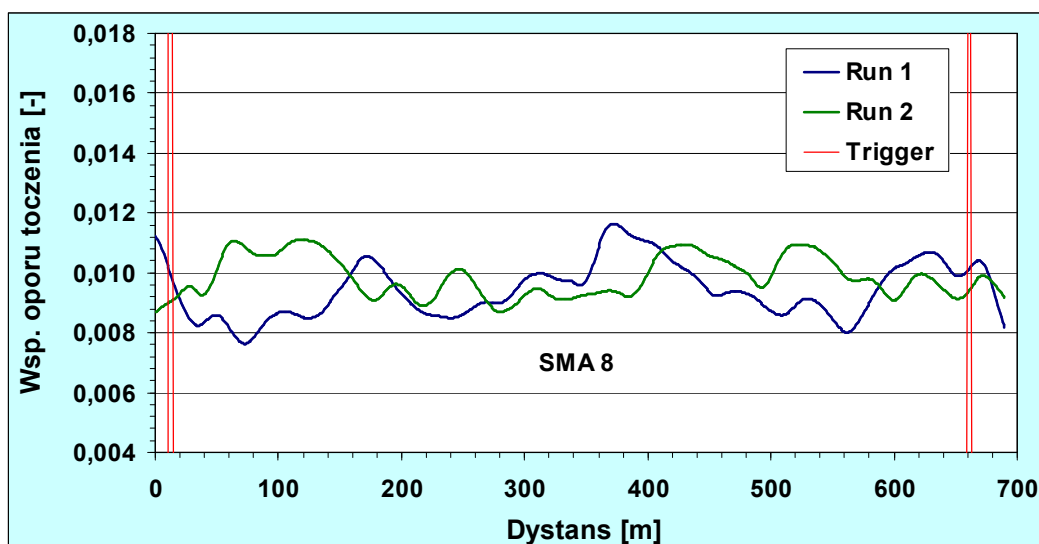


Rys. 11. Zrzut ekranu programu do zarządzania pomiarami prowadzonymi przy pomocy przyczepy R²Mk.2

Na Rys. 12 przedstawione są przykładowe przebiegi współczynnika oporu toczenia zarejestrowane na odcinku drogowym przy pomocy przyczepy R²Mk.2. Dla porównania na Rys. 13 zamieszczono przykładowe przebiegi współczynnika oporu toczenia uzyskane przy pomocy pierwotnej wersji przyczepy R²Mk.1. Na tym rysunku, można zauważyć wyraźny brak zgodności przebiegu współczynnika oporu toczenia dla poszczególnych przejazdów. Pierwotna wersja przyczepy nie umożliwiała prowadzenia badań z większą dokładnością. Wtedy jedynie można było analizować średnią wartość współczynnika oporu toczenia uzyskaną dla całego przejazdu.



Rys. 12. Przykładowe przebiegi współczynnika oporu toczenia uzyskiwane przy pomocy przyczepy R²Mk.2 [A16]

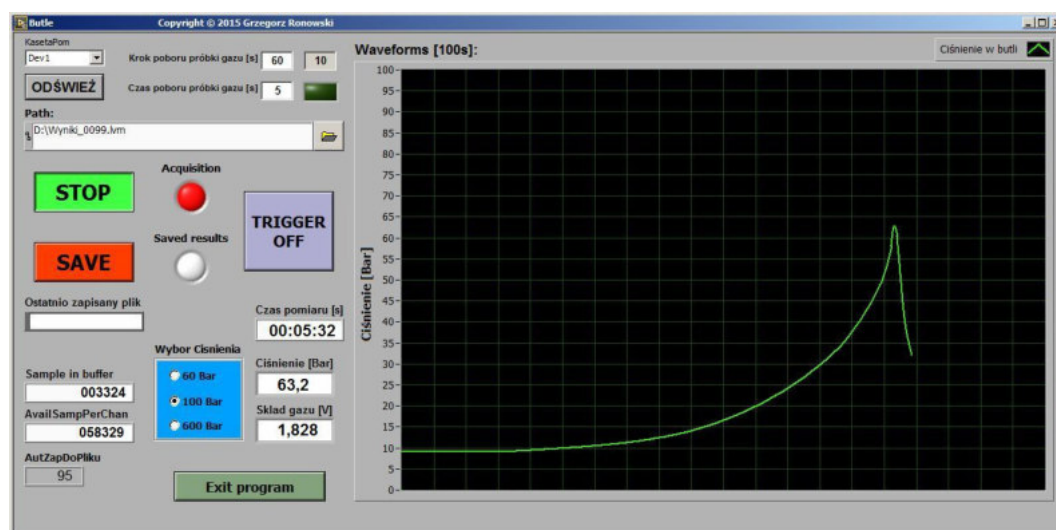


Rys. 13. Przykładowe przebiegi współczynnika oporu toczenia uzyskiwane przy pomocy pierwotnej wersji przyczepy $R^2Mk.1$

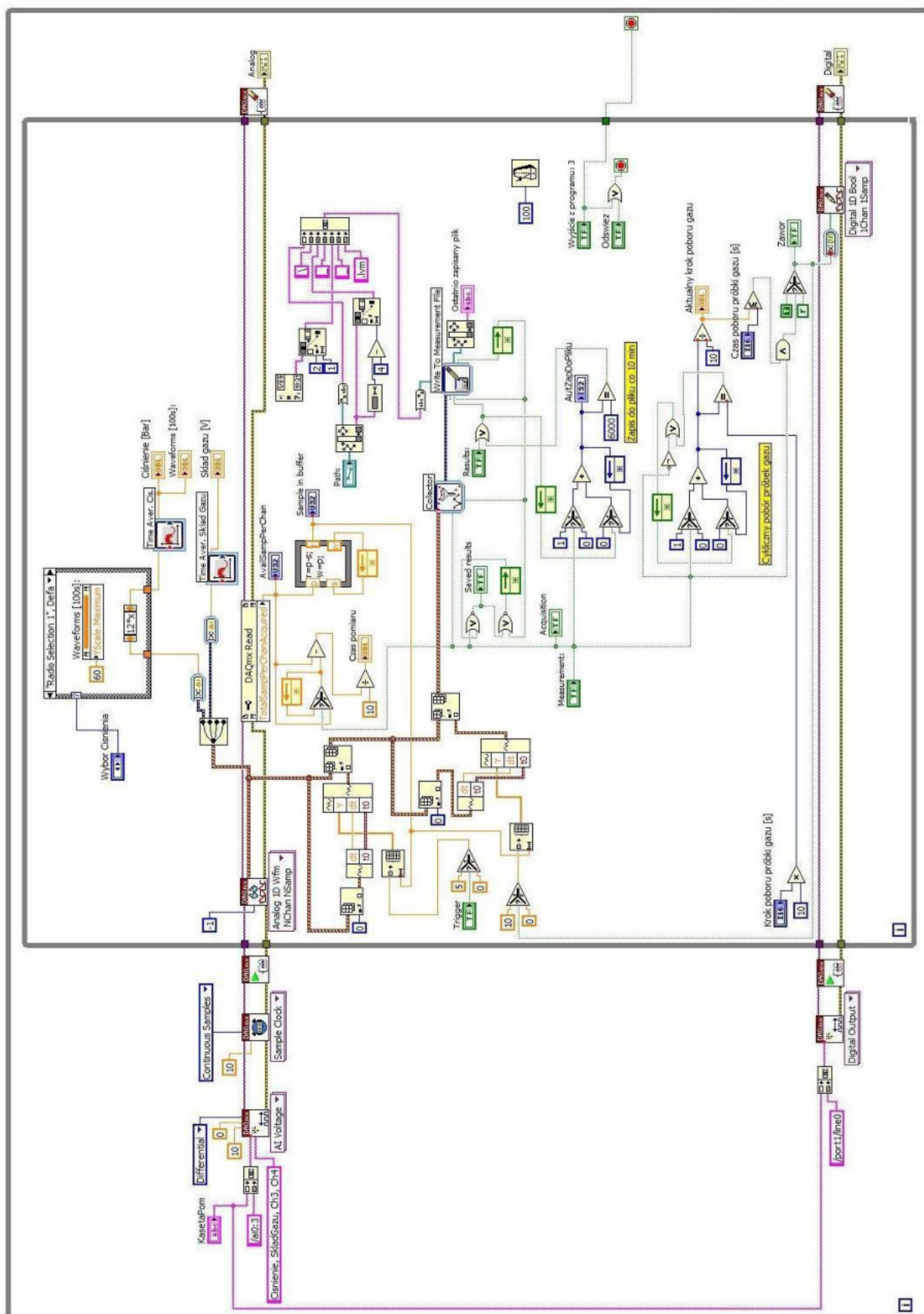
Moje zainteresowania naukowe nie ograniczają się do zagadnień związanych z oponami samochodowymi. Brałem również udział w pracach objętych projektem BLOW [PK6] zmierzających do opracowania metodyki neutralizacji zagrożeń wynikających z pożarów w obiektach, w których przechowywane są butle ze sprężonymi gazami technicznymi (Rys. 14). Moim zadaniem w tym projekcie było opracowanie i wykonanie systemu pomiarowego wraz z oprogramowaniem monitorującego i rejestrującego z odległości 300 m dane dotyczące temperatur, ciśnienia oraz składu gazów podczas eksperymentów, jak również obsługa w czasie badań polowych i analiza uzyskanych wyników. Na Rys. 15 przedstawiony jest ekran a na Rys. 16 struktura blokowa programu, który napisałem w LabVIEW do obsługi systemu pomiarowego w projekcie BLOW [PK6].



Rys. 14. Butle z tlenem i wodorem wraz z instalacją pomiarową ustawione w wannie wypełnionej mieszaniną benzyny i oleju napędowego – jeden z wielu eksperymentów przeprowadzonych w ramach projektu BLOW [PK6]



Rys. 15. Zrzut ekranu autorskiego programu do obsługi systemu pomiarowego w projekcie BLOW [PK6]



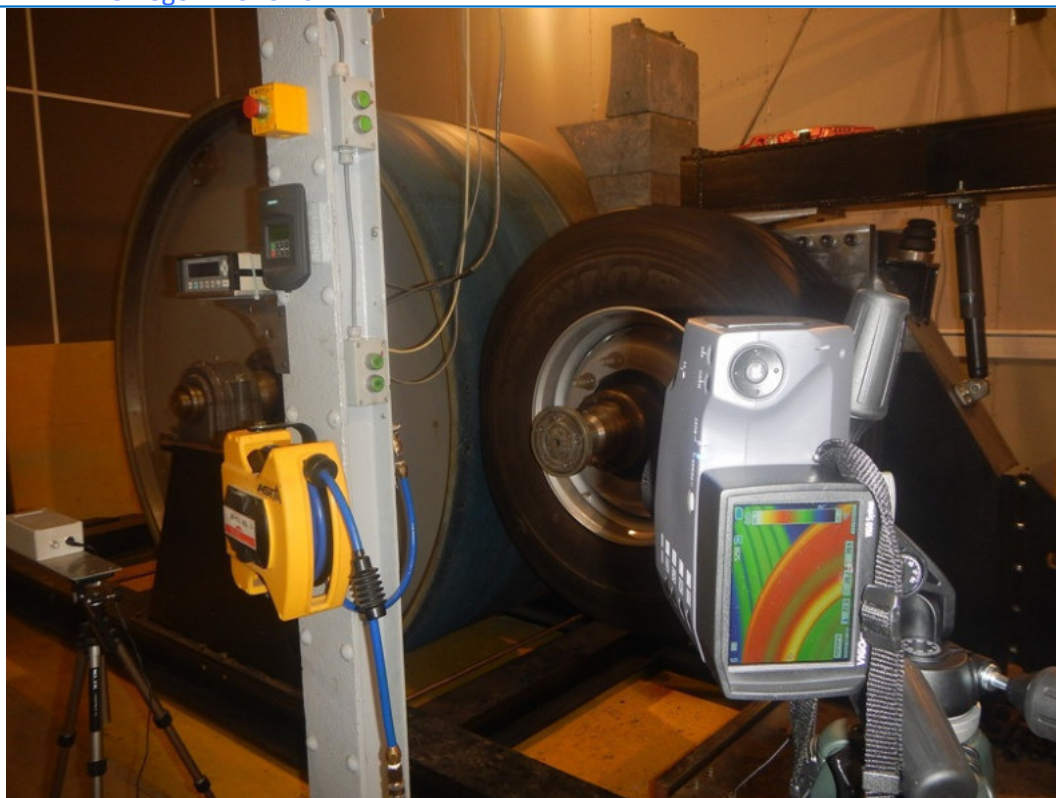
Rys. 16. Schemat blokowy autorskiego programu do obsługi systemu pomiarowego w projekcie BLOW [PK6]

Brałem również udział w projekcie ROSOMAK [PK4], w którym prowadzone były badania zachowania się Kołowego Transportera Opancerzonego ROSOMAK po najechaniu na improwizowane ładunki wybuchowe (IED) (Rys. 17). Wykonane przeze mnie laboratoryjne badania oporu toczenia wykorzystane zostały do budowy modelu opisującego zachowanie się KTO Rosomak w warunkach zniszczenia opony przez wybuch Improwizowanego Ładunku Wybuchowego.



Rys. 17. Przykład rozerwanej opony w Kołowym Transporterze Opancerzonym Rosomak po najechaniu na improwizowany ładunek wybuchowy (IED) – jeden z wielu eksperymentów przeprowadzonych w ramach projektu ROSOMAK [PK4]

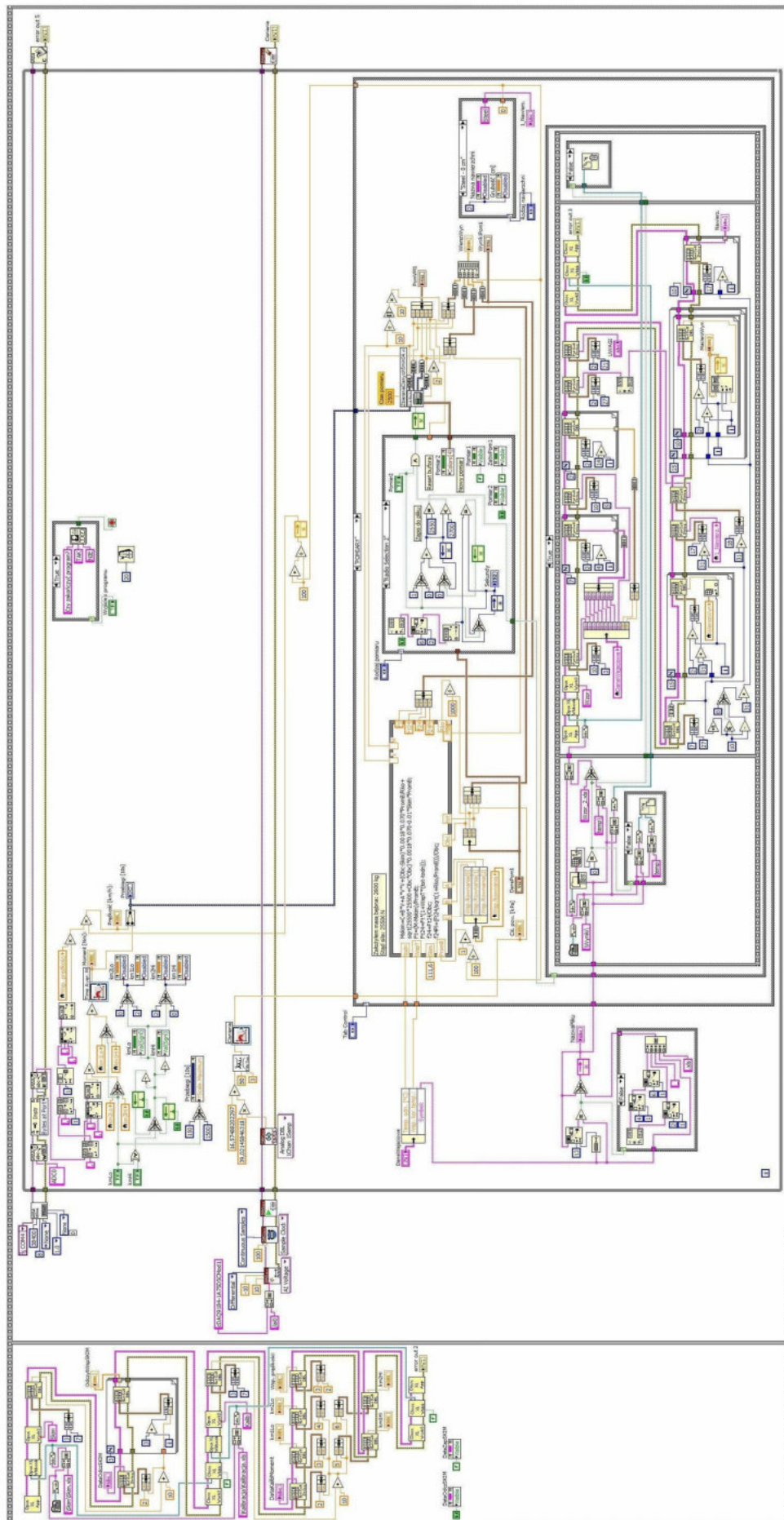
Kolejną sferą mojej działalności jest budowa oraz rozwój stanowisk badawczych w laboratoriach Zespołu Pojazdów. Brałem bezpośredni udział w budowie stanowiska do badania oporu toczenia kół samochodów ciężarowych, które zostało wyposażone w bęben o średnicy 2 m i elektryczny układ napędowy o mocy 45 kW (Rys. 18). Opracowałem i zainstalowałem układy pomiarowe zbierające informacje dotyczące prędkości obrotowej bębna, momentu napędowego oraz ciśnienia wewnątrz badanej opony. Do tego celu posłużyłem się uniwersalną kasetą pomiarową National Instruments NI 6216, do której napisałem program w środowisku LabVIEW. Program ten rejestruje wielkości pomiarowe i jednocześnie w trybie rzeczywistym wylicza współczynnik oporu toczenia stosując korekcję ze względu na krzywiznę bębna oraz temperaturę otoczenia. Umożliwia on również prowadzenie pomiarów w trybie automatycznym co 1 min lub w trybie ręcznym. Panel programu przedstawiony jest na Rys. 19, a schemat blokowy na rysunku Rys. 20.



Rys. 18. Stanowisko maszyny bieżnej wyposażonej w bęben o średnicy 2 m

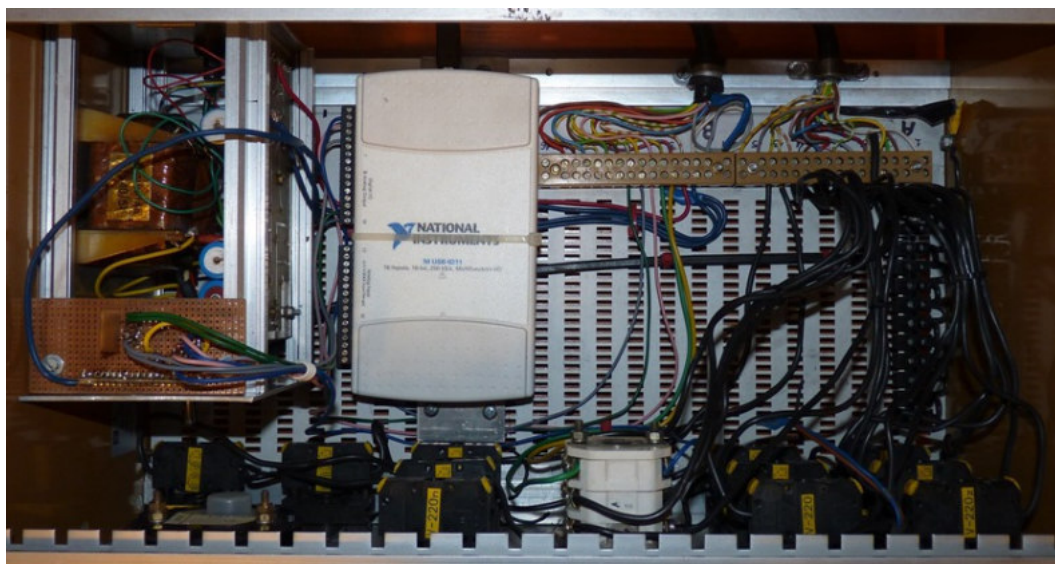


Rys. 19. Zrzut ekranu autorskiego programu do prowadzenia pomiarów oporu toczenia przy wykorzystaniu maszyny bieżnej z bębniem o średnicy 2 m



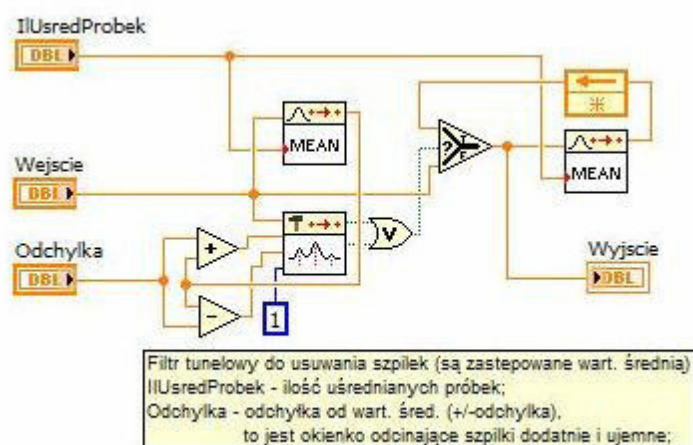
Rys. 20. Schemat blokowy autorskiego programu do prowadzenia pomiarów oporu toczenia na stanowisku wyposażonym w bęben o średnicy 2 m

Kolejnym stanowiskiem laboratoryjnym, na którym Zespół Pojazdów prowadził prace modernizacyjne, było stanowisko maszyny bieżnej służące do badania oporu toczenia i hałasu opon samochodów osobowych wyposażone w bęben o średnicy 1,7 m (Rys. 2). Brałem bezpośredni udział w projektowaniu i zainstalowaniu nowego elektrycznego układu napędowego o mocy 11 kW. Zaprojektowałem, wykonałem i zainstalowałem nowy system pomiarowy służący do zbierania informacji dotyczących prędkości obrotowej bębna i momentu napędowego. Do rejestracji sygnałów wykorzystałem kasetę pomiarową National Instruments NI 6211. W środowisku LabVIEW napisałem program, podobny jak dla maszyny bieżnej wyposażonej w bęben o średnicy 2 m, który rejestruje wielkości pomiarowe i jednocześnie w trybie rzeczywistym wyznacza współczynnik oporu toczenia. Z uwagi na zainstalowane w sąsiednich laboratoriach układy elektryczne o dużych mocach, tory pomiarowe tego bębna należało zabezpieczyć przed zakłóceniami. Opracowałem i wykonałem filtry RC, które skutecznie tłumią większość impulsów zakłócających. Na Rys. 21 przedstawiono wykonane przeze mnie układy elektroniczne wraz z zainstalowaną kasetą pomiarową.



Rys. 21. Układy elektroniczne dopasowujące oraz filtrujące sygnały pomiarowe wraz z kasetą pomiarową NI 6211 niezbędne do obsługi maszyny bieżnej wyposażonej w bęben o średnicy 1,7 m

Analiza sygnałów pomiarowych wykazała, że filtry RC przy ograniczonej stałej czasowej nie są w stanie wytłumić wszystkich zakłóceń o charakterze impulsowym. Aby rozwiązać ten problem opracowałem i zaimplementowałem algorytm przedstawiony na Rys. 22, służący do usuwania zakłóceń typu „szpilka”, który potwierdził swoją przydatność podczas wielogodzinnych badań oporu toczenia prowadzonych na tym stanowisku.



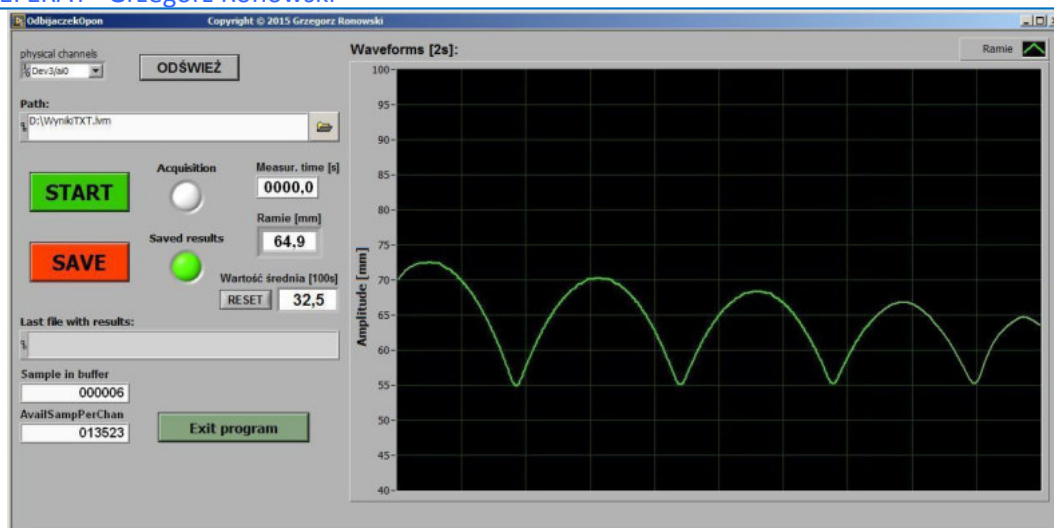
Rys. 22. Autorski algorytm do usuwania zakłóceń typu „szpilka” z sygnału pomiarowego

Kolejne stanowisko, które powstało w laboratorium Zespołu Pojazdów dotyczy laboratoryjnej oceny oporu toczenia opon samochodowych na nawierzchniach drogowych o różnej teksturze i sztywności [P2] przedstawione na Rys. 23.

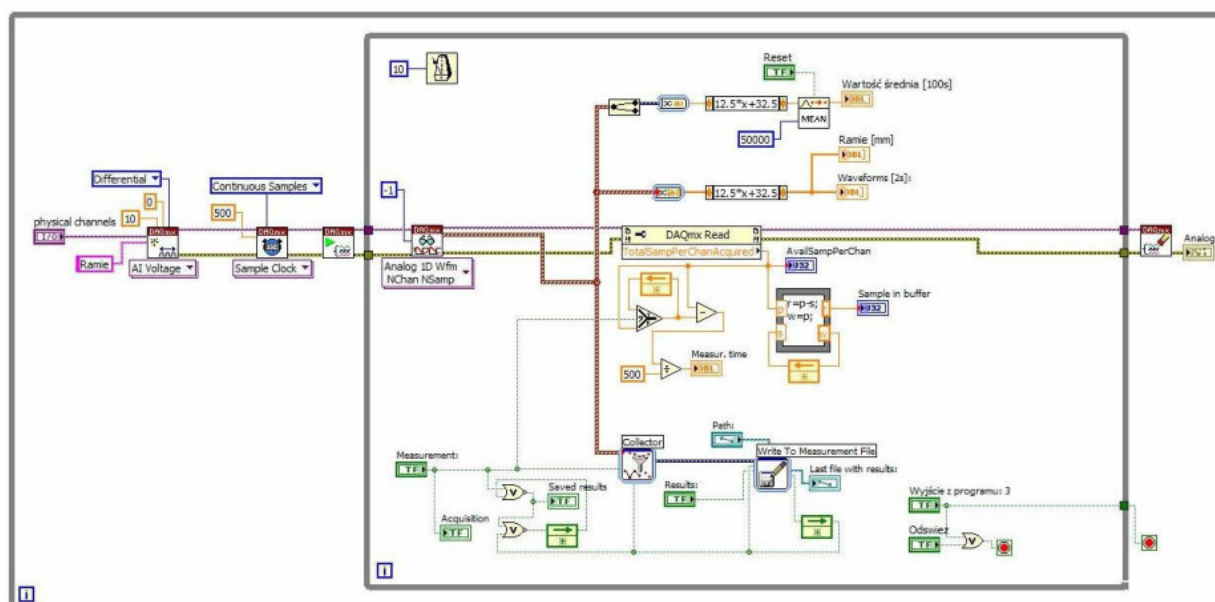


Rys. 23. Stanowisko do laboratoryjnej oceny oporu toczenia opon samochodowych na nawierzchniach drogowych o różnej teksturze i sztywności

Na tym stanowisku prowadzone są badania opon samochodowych i nawierzchni w ramach doktoratu Wojciecha Owczarzaka, którego jestem promotorem pomocniczym. Do tego stanowiska napisałem program rejestrujący przemieszczenie pionowe koła w funkcji czasu przy próbkowaniu 500 Hz. Przemieszczenie pionowe jest mierzone przy wykorzystaniu lasera Micro-Epsilon NCDT1401, a sygnał jest rejestrowany przy wykorzystaniu kasety pomiarowej firmy National Instruments NI 6216. Panel programu przedstawiono na Rys. 24 a schemat blokowy na Rys. 25.

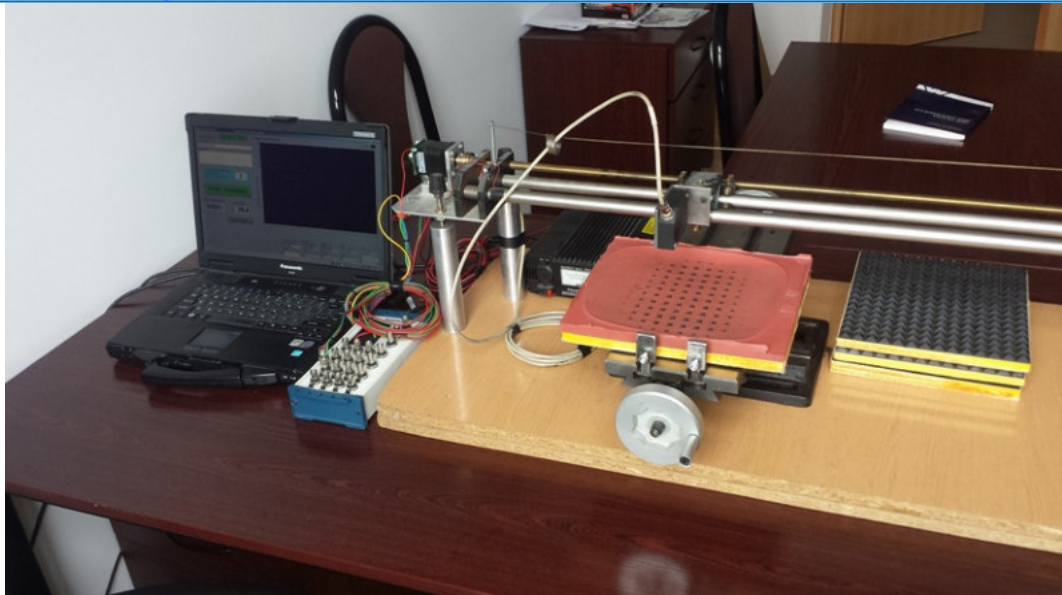


Rys. 24. Ekran autorskiego programu służącego do rejestrowania sygnału pomiarowego na stanowisku przedstawionym na Rys. 23

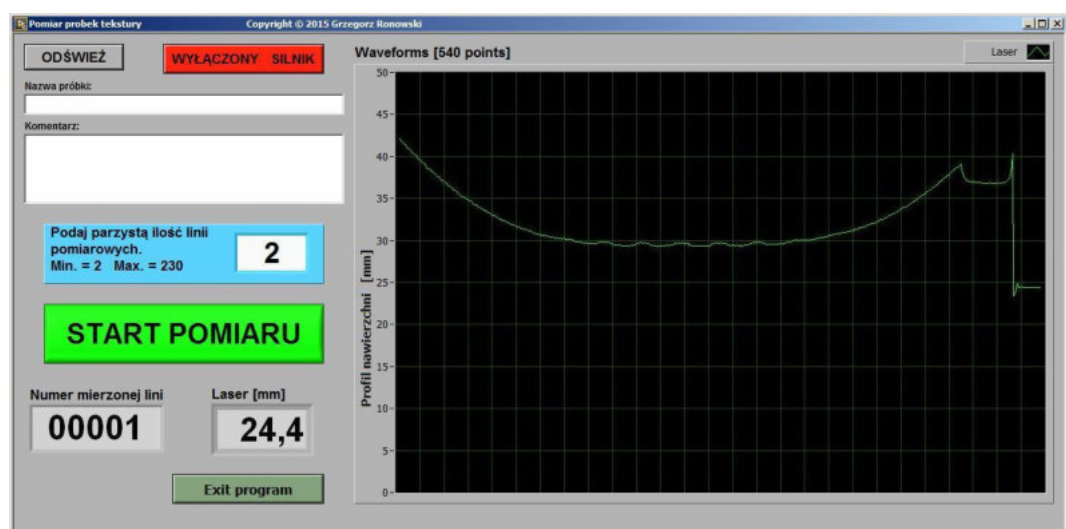


Rys. 25. Schemat blokowy autorskiego programu do obsługi stanowiska przedstawionego na Rys. 23

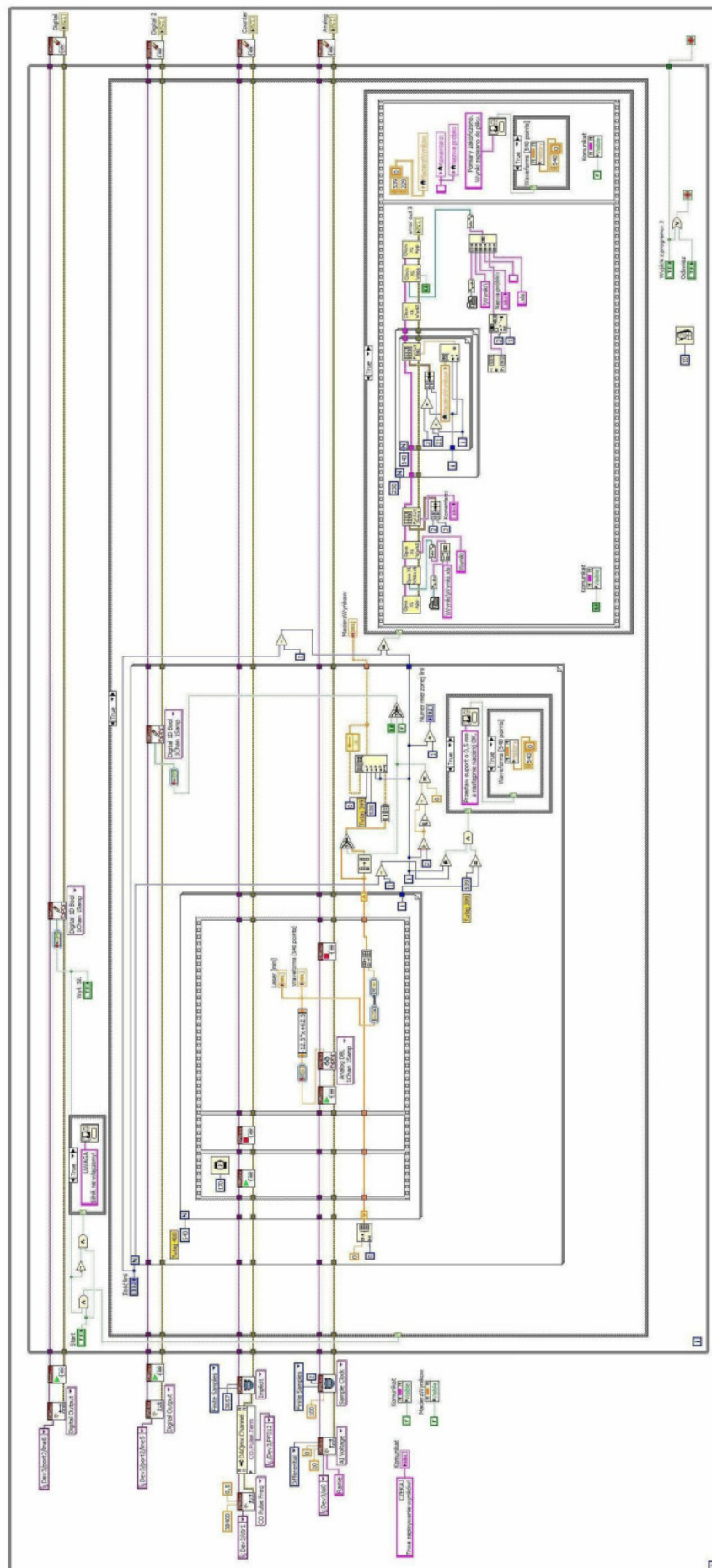
Kolejnym stanowiskiem, które zostało zbudowane przez Zespół Pojazdów jest skaner próbek nawierzchni drogowych przedstawiony na Rys. 26. Stanowisko wyposażone jest m.in. w silnik krokowy, który poprzez śrubę precyzyjną przesuwa skanujący laser. Pracą stanowiska steruje uniwersalna kasetka firmy National Instruments NI6216. Do zarządzania stanowiskiem napisałem program, który odpowiednio steruje silnikiem krokowym, synchronicznie rejestruje sygnał z lasera pomiarowego oraz zarządza uzyskanymi danymi. Na Rys. 27 przedstawiono panel tego programu, a na Rys. 28 jego schemat blokowy. Na tym stanowisku prowadzone są badania w ramach doktoratu Sławomira Sommera.



Rys. 26. Stanowisko do skanowania próbek nawierzchni drogowych oraz eksperymentalnych powierzchni



Rys. 27. Ekran autorskiego programu do sterowania pracą stanowiska do skanowania próbek nawierzchni drogowych przedstawionego na Rys. 26



Rys. 28. Schemat blokowy autorskiego programu do sterowania pracą skanera próbek nawierzchni drogowych przedstawionego na Rys. 26

Reasumując, do oceny mojego dorobku pod kątem uzyskania stopnia doktora habilitowanego przedstawiam:

1. Prace naukowo – badawcze, które doprowadziły do znacznego polepszenia jakości badań oporu toczenia opon w warunkach drogowych wykonywanych za pomocą przyczepy R²Mk.2, w wyniku czego przyczepa ta jest obecnie najbardziej zaawansowanym na świecie urządzeniem tego typu;
2. Określenie wpływu temperatury jezdni, powietrza i opony na dokładność wyników badań oporu toczenia opon;
3. Określenie wpływu ciśnienia i obciążenia opony na opór toczenia;
4. Przygotowanie procedur kalibracyjnych i walidacyjnych dla urządzeń stosowanych do drogowych pomiarów oporu toczenia, które zostały wykorzystane w projekcie norm przygotowanych przez konsorcjum ROSANNE [PM4].

Moje prace przyczyniły się do tego, iż przyczepa R²Mk.2 uzyskała parametry, które stawiają ją w czołówce światowej. Dzięki tej przyczepie oraz światowej renomie wykonywane są badania oporu toczenia dla licznych zleceniodawców, którzy często muszą czekać na wolny termin. Zespół Pojazdów wielokrotnie spotkał się z ofertą kupna przyczepy pomiarowej R²Mk.2 lub zbudowania przyczepy według obecnego wzoru. Oferty kierowane były z takich krajów jak: Belgia, Holandia, USA, Litwa czy Szwecja. Nie chcąc stracić monopolu na drogowe badania oporu toczenia opon i nawierzchni Zespół Pojazdów odrzuca takie oferty.

W przyszłości chciałbym zająć się analizą wpływu dynamiki wahacza pomiarowego przyczepy R²Mk.2 na uzyskiwane wyniki współczynnika oporu toczenia. Ten problem jest szczególnie ważny podczas prowadzenia badań na odcinkach testowych, na których ułożone są kolejno nawierzchnie na stosunkowo niewielkiej długości, a ich współczynnik oporu toczenia znacznie różni się między sobą. Kolejny aspekt, który bardzo mnie interesuje dotyczy metody wyznaczania oporów własnych w węzłach łożyskowych pod normalnym obciążeniem wahacza pomiarowego przyczepy. Wiedza na ten temat jest niezbędna do stworzenia „wirtualnej” metody kalibracji przyczepy. Obecnie stosowana przeze mnie metoda jest żmudna i czasochłonna. Następna dziedzina, którą chciałbym rozwinąć dotyczy energochłonności systemów pomiarowych w przyczepie R²Mk.2 oraz niezawodności ich zasilania. W tym aspekcie moim celem będzie osiągnięcie takiego stanu, aby można było prowadzić pomiary przy wykorzystaniu przyczepy przez minimum trzy dni bez konieczności zasilania z pojazdu holującego. Innym aspektem, który chciałbym rozwinąć dotyczy systemu samodiagnozowania układów pomiarowych, zasilających i wspomagających pracę wahacza pomiarowego.

2.4.3. Cykl powiązanych tematycznie publikacji opisujących osiągnięcie naukowe

[A1] Ejsmont J., Taryma S., **Ronowski G.**: "Tire rolling resistance measurements on the road and in the laboratory". Red. zagr. angielski, s.46-48, 2008.

[A2] Woźniak R., Taryma S., **Ronowski G.**: "Modernization of the Trailer for Tyre/Road Rolling Resistance Measurements". Key Engineering Materials. -Vol. 490., s.179-186, 2012.

[A3] Woźniak R., Taryma S., **Ronowski G.**: "Relieving the Measuring System of the Trailer for Tyre/Road Rolling Resistance Measurements from the Inertia Force". Key Engineering Materials. -Vol. 490., s.265-272, 2012.

[A4] Taryma S., Mioduszewski P., **Ronowski G.**, Woźniak R., Drywa M.: "Wpływ nawierzchni drogowej na opór toczenia opon samochodowych". Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe. Nr 5, s.451-456, 2012.

[A5] Ejsmont J., **Ronowski G.**, Taryma S., Mioduszewski P., Sobieszczuk S., Świczko-Żurek B.: "Relations between tire/road noise and tire rolling resistance on different road pavements". W: Proceedings of INTER-NOISE 12, New York, USA, 19-22 August 2012. New York, s.1-10, 2012.

[A6] Ejsmont J., Motrycz G., **Ronowski G.**, Stryjek P., Sobieszczuk S.: "Laboratoryjne badania oporu toczenia i temperatury opon do pojazdów specjalnych". Badania eksperymentalne i symulacyjne dynamiki pojazdu wieloosiowego w warunkach uszkodzenia ogumienia. Praca zbiorowa/ ed. Politechnika Krakowska, Kraków, s.1-10, 2012.

[A7] Drywa M., Taryma S., Woźniak R., **Ronowski G.**, Mioduszewski P., Świczko-Żurek B., Ejsmont J.: "Impact of the surface evenness and texture on tire/road rolling resistance". XXI International Symposium, Research-Education-Technology Proceedings, Gdańsk, 23-24.05.2013/ ed. J. Kropiwnicki. Gdańsk: Gdansk University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, s.1-5, 2013.

[A8] Taryma S., Ejsmont J., **Ronowski G.**, Świczko-Żurek B., Mioduszewski P., Drywa M., Woźniak R.: "Road texture influence on tire rolling resistance". Key Engineering Materials. Vol. 597., s.193-198, 2014.

[A9] Świczko-Żurek B., Ejsmont J., **Ronowski G.**: "Reduction of tire rolling resistance by optimization of road surfaces and tires". Troisième Congrès Tunisien de Mécanique/ Sousse Tunisie, s.1-2, 2014.

[A10] Ejsmont J., Świczko-Żurek B., **Ronowski G.**: "Mn Road Facility Badania nawierzchni drogowych w amerykańskim stylu". Magazyn Autostrady, nr 10, s.66-71, 2014.

[A11] Ejsmont J., Świczko-Żurek B., **Ronowski G.**: "Opór toczenia opon samochodowych". Magazyn Autostrady. Nr. 7, s.38-42, 2014.

[A12] Ejsmont J., Sjogren L., Świczko-Żurek B., **Ronowski G.**: "Influence of Road Wetness on Tire-Pavement Rolling Resistance". Journal of Civil Engineering and Architecture, Vol. 9, nr 11, s.1302-1310, 2015.

[A13] Ejsmont J., **Ronowski G.**, Taryma S., Świczko-Żurek B.: "The influence of road surface unevenness on tyre rolling resistance". The Archives of Automotive Engineering - Archiwum Motoryzacji. - Vol. 70., nr 4, s.35-46, 2015.

[A14] Ejsmont J., Taryma S., **Ronowski G.**, Świczko-Żurek B.: "Influence of load and inflation pressure on the tyre rolling resistance". International Journal of Automotive Technology. -Vol. 17, nr 2, s.237-244,

2016.

[A15] **Ronowski G.**, Ejsmont J., Świczko-Żurek B.: "Wpływ nawierzchni i opon na opór toczenia". Magazyn Autostrady, nr 10, s.52-55, 2016.

[A16] **Ronowski G.**: "Design and calibration of rolling resistance test trailer R2Mk.2". W: Scientific Conference on Automotive Vehicles and Combustion Engines (KONMOT 2016), IOP Publishing LTD, s.1-11, 2016.

[A17] Ejsmont J., **Ronowski G.**, Świczko-Żurek B., Sommer S.: "Road texture influence on tyre rolling resistance". Road Materials and Pavement Design. -Vol. 18, iss. 1, s.181-198, 2017.

[A18] Ejsmont J., **Ronowski G.**, Świczko-Żurek B.: "Accurate rolling resistance". Tire Technology International 2017, Abinger House, Church Street, Dorking, Surrey, RH4 1DF, UK 2017, s.14-17, 2017.

[A19] **Ronowski G.**: "Przyczepa do pomiaru oporu toczenia opon i nawierzchni drogowych - wybrane zagadnienia". Magazyn Autostrady, nr 5, s.160-163, 2017.

[A20] Świczko-Żurek B., **Ronowski G.**, Ejsmont J.: "Tyre rolling resistance and its influence on fuel consumption". Combustion Engines. -Vol. 168, nr 1, s.62-67, 2017.

[A21] **Ronowski G.**: "Układ kompensacji wpływu wzniesienia oraz przyspieszenia w przyczepie do badania oporu toczenia". Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, nr 7-8, s.395-397, 2017.

[A22] Ejsmont J., Taryma S., **Ronowski G.**, Świczko-Żurek B.: "Influence of temperature on the tyre rolling resistance". International Journal Of Automotive Technology. -Vol. 19, nr 1, s.45-54, 2018.

2.4.4. Pozostałe publikacje, materiały konferencyjne i raporty (cytowane w autoreferacie)

[B1] Ronowski G.: „Analiza poziomu hałasu generowanego przez samochód osobowy oparta na modelu VENOM”. KONMOT-AUTOPROGRESS 2004, Kraków 2004, Czasopismo Techniczne. Mechanika. Vol. 101, nr 7-M (2004), s.493-500.

[B2] Ejsmont J., Ronowski G.: „Vehicle and tyre/road noise during interrupted-flow traffic conditions”. W:INTER NOISE [Dokument elektroniczny]. Proceedings of Inter-Noise 2005, Rio de Janeiro 2005.

[B3] Ejsmont J., Ronowski G.: „Short term versus long term traffic noise measurements”. W:INTER NOISE [Dokument elektroniczny]. Engineering a Quieter World. The 35th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering. Proceedings, Honolulu, Hawaii, USA, 3-6 December 2006. Dane tekstowe, Arnes, s.1-0 2006.

[B4] Ejsmont J., Ronowski G.: „Hałas pojazdów w trakcie manewrowania z małymi prędkościami - model CP2009”. II International Conference Environmentally Friendly Roads : ENVIROAD 2009, Warsaw, 15-16 October, 2009. Dane tekstowe, Warszawa 2009, s.1-0 2009.

[B5] Ejsmont J., Ronowski G.: „Symulacja hałasu pojazdów w trakcie manewrowania z małymi prędkościami - model CP2009”. Drogi i Mosty, nr 1, s.45-56 2010.

[B6] Ronowski G., Ejsmont J., Sommer S., Owczarzak W.: „CP2015 – zmodyfikowana metodyka przewidywania hałasu powstającego na parkingach, stacjach paliw, MOP-ach i punktach poboru opłat”. Magazyn Autostrady, nr 7, s.18-21 2015.

2.4.5. Zgłoszenia patentowe i patenty

[P1] Patent nr 213120 z dnia 2013-01-17, J. Ejsmont, S. Taryma, G. Ronowski: „Urządzenie do pomiaru oporu toczenia opon, zwłaszcza samochodowych w warunkach drogowych podczas jazdy”. Krajowy obszar ochronny.

[P2] Zgłoszenie Patentowe P.414561 z dnia 2015-10-27; Ejsmont J., Ronowski G., Świeczko-Żurek B., Sommer S., Owczarzak W.: "Sposób i urządzenie do laboratoryjnej oceny oporu toczenia opon samochodowych na nawierzchniach drogowych o różnej teksturze i sztywności." Krajowy obszar ochronny.

[P3] Zgłoszenie patentowe P.408414 z dnia 2014-06-02; J. Ejsmont, B. Świeczko-Żurek, G. Ronowski: "Sposób pomiaru nierówności powierzchni i urządzenie do pomiaru nierówności powierzchni, zwłaszcza nawierzchni drogowych". Krajowy obszar ochronny.

[P4] Zgłoszenie Patentowe P.413355 z dnia 2015-07-31; J. Ejsmont, G. Ronowski, B. Świeczko-Żurek: "Sposób wytwarzania form do replik nawierzchni drogowych i forma do replik nawierzchni drogowych". Krajowy obszar ochronny.

[P5] Zgłoszenie Patentowe P.413356 z dnia 2015-07-31; J. Ejsmont, B. Świeczko-Żurek, G. Ronowski: "Sposób formowania replik nawierzchni drogowej zwłaszcza do maszyn bieżnych z bębniem zewnętrznym i replika nawierzchni drogowej uformowana tym sposobem". Krajowy obszar ochronny.

2.4.6. PM – Projekty Międzynarodowe

[PM1] **HARMONOISE**: HARMONISED, accurate and reliable prediction methods for the eu directive on the assessment and management of environmental noise. Szczegółowe metody przewidywania hałasu dla Dyrektywy UE dotyczącej oceny i kontroli hałasu w środowisku. Numer kontraktu: IST-2000-28419/FP5-IST. 2001-08-01 do 2004-07-31. **Główny wykonawca** – modelowanie hałasu samochodów osobowych poruszających się w różnych warunkach ruchu, opracowywanie algorytmów.

[PM2] **SILVIA**: SI2-335701- Sustainable road surfaces for traffic noise control. Ciche nawierzchnie drogowe. Numer kontraktu: GRD2/31801/2000/FP5-GROWTH. 2002-09-01 do 2005-08-31. **Główny wykonawca** – prowadzenie licznych badań drogowych hałasu na drogach w wielu krajach europejskich, monitorowanie dokładności pomiarów, udoskonalanie systemu pomiarowego, opracowywanie systemu analiz hałasu rejestrowanego przez przyczepę pomiarową TireSonic Mk3.

[PM3] **IMAGINE**: Improved Methods for the Assessment of the Generic Impact of Noise in the Environment. Udoskonalone metody oceny ogólnego wpływu hałasu na środowisko. Numer kontraktu: 503549/FP6-POLICIES. 2003-12-01 do 2006-11-30 oraz **SPB IMAGINE** „Ulepszone metody prognozowania hałasu w środowisku”. Nr 155/E-359/SPB/6, PR UE/DIE 235/2004-2006, nr ew. PG: 016188 – częściowo finansowany z funduszy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. **Główny wykonawca** – zapewnienie odpowiedniej dokładności pomiarów, opracowanie procedur eliminujących zakłócenia związane z prowadzeniem badań na otwartej przestrzeni, tworzenie procedur umożliwiających automatyczną analizę wyników.

[PM4] **ROSANNE**: ROLLing resistance, Skid resistance, AND Noise Emission measurement standards for road surfaces. Metody badawcze oporu toczenia, przyczepności i hałasu opon na nawierzchniach drogowych. Numer kontraktu: 605368/FP7-TRANSPORT. 2013-11-01 do 2016-10-31. **Główny**

wykonawca – opracowanie wytycznych dotyczących prowadzenia badań drogowych oporu toczenia, nagrzewania opon i korygowania wyników.

[PM5] **PERSUADE**: PoroElastic Road SURface: an innovation to Avoid Damages to the Environment. Poroelastyczne nawierzchnie drogowe: innowacje mające chronić środowisko. Numer kontraktu: 226313/FP7-ENVIRONMENT. 2009-09-01 do 2015-08-31. **Główny wykonawca** – wykonywanie drogowych i laboratoryjnych badań oporu toczenia, opracowywanie i analiza uzyskiwanych wyników.

[PM6] **LEO**: Low emission optimised tyres and road surfaces for electric and hybrid vehicles. Niskoemisyjne opony i nawierzchnie drogowe zoptymalizowane dla samochodów elektrycznych i hybrydowych. Projekt Polsko-Norweski. Polska TUG (lider), SINTEF Norwegia. Numer kontraktu: Pol-Nor/196195/1/2013. 2013-05-01 do 2016-10-31. **Główny wykonawca** – opracowywanie i analiza wyników oporu toczenia uzyskiwanych w warunkach drogowych i laboratoryjnych.

[PM7] Rolling Resistance Measurements at the MnROAD Facility. Pomiary oporu toczenia na torze doświadczalnym w MnROAD oraz analiza wyników. **Projekt finansowany przez Minnesota State University Mankato, USA**. Minnesota Department of Transportation. Center for Transportation Research and Implementation Minnesota State University, Mankato, USA. Wartość: 184 958,76 zł. Numer kontraktu 019710; 587/11/11/04/BZ. Termin realizacji: 2011-06-01 do 2011-11-30. **Główny wykonawca** – przeprowadzenie badań oporu toczenia, opracowanie i analiza wyników uzyskanych przy pomocy przyczepy R²Mk.1.

[PM8] Rolling Resistance Measurements at the MnROAD Facility, Round 2. Pomiary oporu toczenia na torze doświadczalnym w MnROAD oraz analiza wyników, runda 2. **Projekt finansowany przez Minnesota Department of Transportation**. Center for Transportation Research and Implementation Minnesota State University, Mankato, USA. Maj - lipiec 2014. **Główny wykonawca** – opracowanie i analiza wyników oporu toczenia uzyskanych przy pomocy przyczepy R²Mk.2.

[PM9] Projekt międzynarodowy MIRIAM: wieloetapowy projekt, w którym współpracują jednostki badawcze z Unii Europejskiej oraz USA zajmujące się oporem toczenia opon i nawierzchni drogowych. **Projekt jest finansowany ze źródeł własnych**. Projekt rozpoczął się w 2010 r. a w 2016 r. został rozpoczęty trzeci etap i trwa do teraz. **Wykonawca** – wykonywanie badań oporu toczenia przy pomocy przyczep R²Mk.1 oraz R²Mk.2, opracowywanie i analiza uzyskiwanych wyników.

Pozostałe projekty zagraniczne (35):

Poniższe projekty dotyczą głównie badań oporu toczenia opon i nawierzchni dróg oraz badań hałasu metodą CPX. W przypadku badań oporu toczenia moim zadaniem było prowadzenie drogowych badań, dbanie o dokładność pomiarów, zapewnianie sprawności aparatury i przyczepy pomiarowej oraz prowadzenie kalkulacji oraz analizy wyników oporu toczenia. W przypadku pomiarów hałasu nawierzchni dróg metodą CPX moim zadaniem było prowadzenie pomiarów, dbanie o dokładność uzyskiwanych wyników, zapewnianie sprawności aparatury pomiarowej.

1. 019812; 352/07/11/04/BZ; Test porównawczy urządzeń do badania oporu toczenia opon samochodowych w ramach projektu MIRIAM; kierownik badań: Jerzy Ejsmont ; wartość: 20 021,50 zł. Zlec.: **Danish Road Directorate, DK-2640 Hedehusene, Denmark**; termin realizacji: do 2011-07-27.
2. 019686; 489/09/11/04/BZ; Wykonanie prac naukowo-badawczych polegających na zbadaniu hałaśliwości opon na drogach w Szwecji; kierownik badań: Jerzy Ejsmont; wartość: 49 390 zł. Zlec.: **The Swedish National Road and Transport Research Institut (VTI), SE-581 Linköping, Sweden**;

termin realizacji: do 2011-09-24.

3. 019951; 586/11/11/04/BZ; Pomiary oporu toczenia opon na drogach w Szwecji; kierownik badań: Jerzy Ejsmont; wartość: 56 867,50 zł. Zlec.: **The Swedish National Road and Transport Research Institut (VTI), SE-581 Linköping, Sweden**; termin realizacji: 2011-10-19 do 2011-11-30.
4. Umowa nr 18976; Badania metodą CPX hałaśliwości opon na drogach w okolicy miasta Huskvarna w Szwecji; kierownik badań: Ejsmont J. A.; wartość 21 114,60 PLN, Zlec.: **The Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), LINKÖPING, Sweden**, termin realizacji: 24.05.2010 – 15.07.2010.
5. Umowa nr 19032; Pomiary hałaśliwości opon na drogach Południowej Szwecji; kierownik badań: Ejsmont J. A., wartość 30 409,61 PLN, Zlec.: **The Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), LINKÖPING, Sweden**, termin realizacji: 22.06.2010 - 15.09.2010.
6. Umowa nr 19107; Zbadanie oporu toczenia trzech opon referencyjnych na wybranych nawierzchniach drogowych w Południowej Szwecji; kierownik badań: Ejsmont J. A.; wartość 25 920,05 PLN, Zlec.: **The Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Sweden**, termin realizacji: 19.08.2010 – 16.12.2010.
7. „Wykonanie systemu pomiarowego do przyczepy badawczej CPX”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. A. Ejsmont, S. Taryma, R. Woźniak, G. Ronowski, P. Mioduszeński. Zlec.: **Beijing Central Union International Trenmde Company LTD – Chiny**, nr zad. 017569; termin realizacji: 19.07.2008-15.06.2009.
8. „Wykonanie badań hałaśliwości oraz oporu toczenia opon na wybranych drogach”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. A. Ejsmont, S. Taryma, R. Woźniak, G. Ronowski, P. Mioduszeński. Zlec.: **The Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Szwecja**, nr zad. 018411; termin realizacji: 29.06.2009-30.12.2009.
9. „Wykonanie badań hałasu metodą CPX na odcinkach drogi w Południowej Szwecji i Danii”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. A. Ejsmont, G. Ronowski, P. Mioduszeński. Zlec.: **The Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Szwecja**, nr zad. 018478, termin realizacji: 24.08.2009-17.12.2009.
10. „Wykonanie badań oporu toczenia opon metodą RR na wybranych odcinkach drogi”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. A. Ejsmont, S. Taryma, R. Woźniak, G. Ronowski, P. Mioduszeński. Zlec.: **Nord FoU Norwegian Public Roads Administration, Norwegia**; nr zad. 018479, termin realizacji: 24.08.2009-17.12.2009.
11. „Wykonanie prac naukowo-badawczych polegających na zbadaniu oporu toczenia opon”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. A. Ejsmont, S. Taryma, R. Woźniak, G. Ronowski, P. Mioduszeński. Zlec.: **NCC Roads A/S – Dania**, nr zad. 018519, termin realizacji: 11.09.2009-17.12.2009.
12. „Wykonanie badań hałasu metodą CPX za pomocą przyczepy Tiresonic Mk4”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. A. Ejsmont, S. Taryma, G. Ronowski, P. Mioduszeński, R. Woźniak. Zlec.: **Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Szwecja**, nr zad. 017595.
13. „Wykonanie badań oporu toczenia opon na drogach Holandii”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. A. Ejsmont, S. Taryma, G. Ronowski, P. Mioduszeński, R. Woźniak. Zlec.: **M+P Vught, Holandia**,

nr zad. 017929.

14. „Wykonanie badań oporu toczenia opon na drogach Finlandii”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. A. Ejsmont, S. Taryma, G. Ronowski, P. Mioduszeński, R. Woźniak. Zlec.: **Nokian Tyres, Finlandia**, nr zad. 017931.
15. „Badanie hałaśliwości nawierzchni drogowych metodą CPX”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. A. Ejsmont, S. Taryma, G. Ronowski, P. Mioduszeński, R. Woźniak. Zlec.: **Skanska, Szwecja**, nr zad. 018005.
16. „Wykonanie badań hałasu metodą CPX nawierzchni drogowych w Szwecji”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. A. Ejsmont, S. Taryma, G. Ronowski, P. Mioduszeński, R. Woźniak. Zlec.: **Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Szwecja**, nr zad. 018051).
17. „Wykonanie badań hałasu opon metodą CPX”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. A. Ejsmont, S. Taryma, G. Ronowski, P. Mioduszeński, R. Woźniak. Zlec.: **Techconsult KFT Węgry**, nr zad. 018051.
18. „Określenie hałasu 15 szt. opon przy różnych prędkościach”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. A. Ejsmont, S. Taryma, G. Ronowski, P. Mioduszeński, R. Woźniak. Zlec.: **SINTEF ICT, Norwegia**, nr zad. 018059.
19. „Wykonanie badań hałasu metodą CPX nawierzchni drogowych w Szwecji”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. A. Ejsmont, S. Taryma, G. Ronowski, P. Mioduszeński, R. Woźniak. Zlec.: **Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Szwecja**, nr zad. 01801.
20. „Badania drogowe hałasu i oporu toczenia na autostradzie E4 i E18”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. Ejsmont, S. Taryma, G. Ronowski, P. Mioduszeński. Zlec.: **Skanska, Szwecja**, umowa nr 017597.
21. „Badania metodą CPX hałasu opon na drodze E4”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. Ejsmont, S. Taryma, G. Ronowski, P. Mioduszeński. Zlecenie: **Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Szwecja**, umowa nr 017582.
22. „Pomiary metodą CPX na nawierzchniach z granulatem gumowym”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. Ejsmont, G. Ronowski, P. Mioduszeński. Zlecenie: **Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Szwecja**, umowa nr 016240.
23. „Charakterystyki oddziaływania opon na środowisko”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. Ejsmont, G. Ronowski, P. Mioduszeński. Zlecenie: **Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Szwecja**, umowa nr 016437.
24. „Przyczepa badawcza z wyposażeniem elektronicznym”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. Ejsmont, S. Taryma, R. Woźniak, G. Ronowski, P. Mioduszeński. Zlecenie: **Brüel & Kjaer, Dania**, umowa nr 017127.
25. „Eksperymentalne koła o zmniejszonej emisji hałasu i małym oporze toczenia - etap III”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. Ejsmont, S. Taryma, R. Woźniak, G. Ronowski, P. Mioduszeński. Zlecenie: **Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Szwecja**, umowa nr 016240.

26. „Wykonanie przyczepy badawczej”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. Ejsmont, S. Taryma, G. Ronowski, P. Mioduszeński. Zlecenie: **Beijing Central Union International Trade Company LTD, Chiny**, umowa nr 017569.
27. „Badania hałasu opon metodą CPX na drogach w Kantonie Ticino”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. A. Ejsmont, G. Ronowski, P. Mioduszeński. Zlec.: **IFEC Consulenza SA, Via Cantonale, Szwajcaria**, nr projektu: 017042.
28. „Badania hałaśliwości nawierzchni drogowych metodą CPX”. Kierownik i gł. wykonawcy badań: J. A. Ejsmont, G. Ronowski, P. Mioduszeński. Zlec.: **Skanska, Szwecja**, nr projektu 017142.
29. „Badania hałaśliwości nawierzchni drogowych w okręgu Halsingland metodą CPX”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. A. Ejsmont, G. Ronowski, P. Mioduszeński. Zlec.: **Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Szwecja**, nr projektu 017202.
30. „Badania hałaśliwości nawierzchni cementowych w Uppsali”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. A. Ejsmont, G. Ronowski, P. Mioduszeński. Zlec.: **Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Szwecja**, nr projektu 017201.
31. „Innowacyjne koła samochodowe”. Kierownik i gł. wykonawcy badań: J.A. Ejsmont, G. Ronowski, P. Mioduszeński, S. Taryma, R. Woźniak. Zlec.: **Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Szwecja**, nr projektu VTI: 50397, nr ew. PG 016240.
32. „Hałas i opór toczenia kół samochodowych”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. A. Ejsmont, G. Ronowski, P. Mioduszeński, S. Taryma, R. Woźniak. Zlec.: **Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Szwecja**, nr projektu: VTI: 50497, nr ew. PG 016437.
33. „Budowa przyczepy doświadczalnej Tiresonic Mk4”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. A. Ejsmont, G. Ronowski, P. Mioduszeński, S. Taryma, R. Woźniak. Zlec.: **B&K Hiszpania**, nr projektu: 0026379826, nr ew. PG 017127.
34. VINNOVA I i II - projekty finansowane przez **Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Szwecja**. Realizatorzy: J.A. Ejsmont, S. Taryma, G. Ronowski, R. Woźniak, A. Wisiołek.
35. „100 Tyres” - projekt finansowany przez **Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Szwecja**. Realizatorzy: J. A. Ejsmont, S. Taryma, G. Ronowski.

2.4.7. PK – Projekty Krajowe

[PK1] „Badania oporu toczenia opon samochodowych w warunkach drogowych”. Kierownik badań: S. Taryma. **Projekt finansowany z funduszu KBN**, nr 8 T07B 043 20, Z 65698, termin realizacji: 2001-02-01 do 2004-06-30. **Wykonawca** – opracowanie systemu pomiarowego dla przyczepy R²Mk.1 i jego oprogramowanie, stworzenie kompleksowych procedur kalibracyjnych, zbudowanie algorytmu wyznaczającego współczynnik oporu toczenia.

[PK2] „Modelowanie hałasu zewnętrznego pojazdów samochodowych poruszających się z małymi prędkościami”. Kierownik projektu: Jerzy Ejsmont. **Projekt finansowany z MNiSW**, numer zad. N509 037 32/2877, data rozpoczęcia: 2007-04-19, data zakończenia: 2009-10-18. **Główny wykonawca** – przeprowadzenie analiz poziomów hałasu występujących podczas poszczególnych manewrów lub operacji związanych z parkowaniem pojazdów, opracowanie równań i algorytmów wchodzących w skład modelu CP2009.

[PK3] „Określenie zależności pomiędzy wynikami badań oporu toczenia opon samochodowych w warunkach drogowych i laboratoryjnych”. Kierownik projektu: dr hab. Stanisław Taryma. **Projekt finansowany z MNiSW**, numer zad. N502366435, data rozpoczęcia: 2008-10-02, data zakończenia: 2011-10-01, wartość: 299 000 PLN. **Główny wykonawca** – modernizacja układu pomiarowego przyczepy R²Mk.1, opracowanie i napisanie nowego programu w LabVIEW do prowadzenia i rejestrowania pomiarów, prowadzenie przyczepowych badań oporu toczenia, opracowywanie i analiza uzyskiwanych wyników.

[PK4] **ROSOMAK** „Badanie zachowania się transportera wojskowego po eksplozyjnym uszkodzeniu ogumienia w celu oceny jego możliwości ruchowych oraz w aspekcie zapewnienia bezpieczeństwa załóg”. Konsorcjum naukowo - przemysłowe (PK jako Lider Konsorcjum). **Projekt finansowany z NCBiR**, nr kontraktu: 0083/R/T00/2010/12, data rozpoczęcia: 2010-12-06, data zakończenia: 2012-12-05. **Wykonawca** – prowadzenie badań oporu toczenia opon do pojazdów specjalnych na stanowisku bębnowym oraz analiza uzyskanych wyników.

[PK5] **ROLRES**: Wpływ tekstury i równości nawierzchni drogowych na straty energetyczne w oponach i zawieszeniach pojazdów samochodowych. **Projekt finansowany z NCBiR**, nr kontraktu: PBS1/A6/1/2012, data rozpoczęcia: 2012-11-01, data zakończenia: 2015-10-31. **Główny wykonawca** – opracowywanie i analiza wyników oporu toczenia uzyskiwanych przy pomocy przyczepy R²Mk.2, doskonalenie układu pomiarowego przyczepy.

[PK6] **BLOW**: Opracowanie metod neutralizacji zagrożenia wybuchu wytypowanych zbiorników z gazami technicznymi, w tym alternatywnymi źródłami zasilania w środowisku pożarowym na potrzeby ratowników biorących udział w akcjach ratowniczo-gaśniczych. **Projekt finansowany z NCBiR – Obronność i Bezpieczeństwo**, numer kontraktu: DOB- BIO6/02/50/2014, data rozpoczęcia: 2014-12-22, data zakończenia: 2017-12-21. **Główny wykonawca** – opracowanie i wykonanie systemu pomiarowego wraz z oprogramowaniem monitorującego i rejestrującego z odległości 300 m dane dotyczące temperatur, ciśnienia oraz składu gazów podczas eksperymentów jak również obsługa w czasie badań polowych i analiza uzyskanych wyników.

Pozostałe projekty krajowe (16):

Poniższe projekty, podobnie jak projekty zagraniczne, dotyczą głównie badań oporu toczenia opon i nawierzchni dróg oraz badań hałasu metodą CPX. Dlatego podobnie w przypadku badań oporu toczenia

moim zadaniem było prowadzenie drogowych badań, dbanie o dokładność pomiarów, zapewnianie sprawności aparatury i przyczepy pomiarowej oraz prowadzenie kalkulacji oraz analizy wyników oporu toczenia. Również w przypadku pomiarów hałasu nawierzchni dróg metodą CPX moim zadaniem było prowadzenie pomiarów, dbanie o dokładność uzyskiwanych wyników, zapewnianie sprawności aparatury pomiarowej.

1. Udział w poufnym projekcie dotyczącym zaprojektowania i wykonania trenażerów na potrzeby wojska. **Projekt finansowany z MON**. Termin realizacji: 2018 do 2019 roku. **Wykonawca**.
2. „Wykonanie badań hałasu opon samochodowych metodą CPX na odcinkach testowych zlokalizowanych na ul. Wojska Polskiego w Olsztynie”. Kierownik badań: Jerzy Ejsmont. Zlec.: **STRABAG Sp. z o.o., Pruszków**, nr zad. 019312, 199/05/11/04/BZ, termin realizacji: do 2011-05-05, wartość: 7 500 zł.
3. „Wykonanie badań hałasu opon samochodowych metodą CPX na ul. Strzegomskiej we Wrocławiu”. Kierownik badań: Jerzy Ejsmont. Zlec.: **SKANSKA S.A., Warszawa**, nr zad. 019564, 227/05/11/04/BZ, termin realizacji: do 2011-05-19, wartość: 7 500 zł
4. „Wykonanie badań hałasu opon samochodowych metodą CPX na odcinkach testowych na drodze wojewódzkiej 224 na odcinku Szemud-Przetoczyno oraz na ul. Chopina w Gdańsku”. Kierownik badań: Jerzy Ejsmont. Zlec.: **Skanska SA, Warszawa**, nr zad. 019249, 370A/08/11/04/BZ, termin realizacji: 2010-11-08 do 2011-08-08, wartość: 5 000 zł.
5. „Wykonanie badań hałasu opon samochodowych metodą CPX na odcinkach testowych na nawierzchni betonowej budowanej autostrady A2, odcinek Nowy Tomyśl-Świecko”. Kierownik badań: Jerzy Ejsmont. Zlec.: **TPA Instytut Badań Technicznych Sp. z o.o., Pruszków**, nr zad. 019598, 449/09/11/04/BZ, termin realizacji: 2011-04-29 do 2011-09-05, wartość: 12 500 zł
6. „Badanie zachowania się transportera wojskowego po eksplozyjnym uszkodzeniu ogumienia, w celu oceny jego możliwości ruchowych oraz w aspekcie zapewnienia bezpieczeństwa załogi”. Kierownik i główni wykonawcy: Ejsmont J., Ronowski G. **Projekt finansowany z NCBiR**, nr zad. 019732, 0083/R/T00/2010/12, termin realizacji: 2010-12-06 do 2012-12-05, wartość: 250 250 PLN.
7. „Badanie hałasu opon na nawierzchniach testowych”. Kierownik badań: Ejsmont J. Zlec.: **Colas Poland**, nr zad. 19141, termin realizacji: 2010-09-21 do 2010-11-15, wartość 14 500 PLN.
8. „Badanie hałasu opon metodą CPX”. Kierownik badań: Ejsmont J. Zlec.: **TPA Instytut Badań Technicznych Sp. z o.o.**, nr zad. 19146, termin realizacji: 2010-09-13 do 2010-11-30, wartość 12 500 PLN.
9. „Budowa przyczepy pomiarowej CPX wraz z systemem pomiarowym zgodnie z wymaganiami przedstawionymi w ofercie”. Kierownik badań: Ejsmont J. Zlec.: **ToRoPoL Sp. z o.o., Warszawa**, nr zad. 18970, termin realizacji: 2010-05-28 do 2010-11-15, wartość 367 000 PLN.
10. „Wykonanie badań metodą CPX hałaśliwości opon na nawierzchni SMA LA 8 we Wrocławiu”. Kierownik badań: Ejsmont J. Zlec.: **Skanska S.A. Poznań**, nr zad. 19258, termin realizacji: 2010-11-04 do 2010-12-20, wartość 8 500 PLN.
11. „Modelowanie hałasu zewnętrznego pojazdów samochodowych poruszających się z małymi prędkościami”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. Ejsmont, G. Ronowski, S. Taryma, P.

Mioduszeński, R. Woźniak. **Projekt finansowany przez MNiSW**, nr N509 037 32/2877, nr zad. 017500, termin realizacji: 2007-04-19 do 2009-10-18.

12. „Wykonanie badań hałasu nawierzchni metodą CPX na wybranych odcinkach testowych”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. Ejsmont, G. Ronowski, P. Mioduszeński. Zlec.: **COLAS Polska Sp. z o.o. Połędzie k/Poznań**, nr zad. 018374, termin realizacji: 2009-06-03 do 2009-10-15.
13. „Badanie hałasu metodą CPX na wybranych drogach w Polsce”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. Ejsmont, P. Mioduszeński, G. Ronowski, S. Taryma, R. Woźniak. Zlec.: **Instytut Badawczy Dróg i Mostów w Warszawie**.
14. „Wykonanie badań hałasu metodą CPX”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. Ejsmont, S. Taryma, G. Ronowski, P. Mioduszeński, R. Woźniak. Zlec.: **COLAS Polska**, nr zad. 017764.
15. „Szczegółowe metody przewidywania hałasu dla Dyrektywy UE dotyczącej oceny i kontroli hałasu w środowisku”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. Ejsmont, P. Mioduszeński, G. Ronowski, S. Taryma, R. Woźniak. **Projekt badawczy finansowany z funduszu KBN**, nr SPUB-M/5.PR UE/DZ 235/2001-2003.
16. „Ciche nawierzchnie drogowe”. Kierownik i główni wykonawcy badań: J. Ejsmont, P. Mioduszeński, G. Ronowski, S. Taryma, R. Woźniak. **Projekt badawczy finansowany z funduszu KBN**, nr SPUB-M/5.PR UE/GRDZ-20-31801-S12.335701.

3. Pozostałe rodzaje działalności

3.1. Działalność organizacyjna

- Współautor stanowiska bębnowego do pomiaru oporu toczenia kół do samochodów ciężarowych;
- Współautor nowego układu napędowego i autor oprogramowania do stanowiska bębnowego służącego do pomiaru oporu toczenia kół do samochodów osobowych;
- Współautor unikatowych przyczep do drogowego badania oporu toczenia: R²Mk.1 oraz R²Mk.2;
- Współautor czterech przyczep do drogowego badania hałasu opon i nawierzchni (Chiny, Hiszpania, Polska);
- Autor systemu pomiarowego do stanowiska służącego do skanowania próbek nawierzchni drogowych;
- Autor systemu pomiarowego do stanowiska służącego do laboratoryjnej oceny oporu toczenia opon samochodowych na nawierzchniach drogowych o różnej teksturze i sztywności;
- Organizacja i udział w ćwiczeniach z jednostką wojskową JW2305 na terenie PG przy współudziale studentów TBW – maj 2014 r. (oraz trzy inne o podobnym charakterze);
- Od 2000 roku do teraz w Zakładzie Pojazdów (a wcześniej w Katedrze Pojazdów i Maszyn Roboczych) prowadzę rozliczenie dydaktyczne Zespołu Pojazdów;
- Byłem członkiem Komisji ds. Informatyzacji Wydz. Mechanicznego PG w kadencji 2008 – 2012;
- Byłem członkiem Komisji Lokalowej Wydziału Mechanicznego PG w 2007 roku;
- pełniłem funkcję Sekretarza Rady Wydziału Mechanicznego PG w roku akademickim 1999/2000 oraz 2000/2001;
- Byłem członkiem Komitetu Organizacyjnego Międzynarodowego Seminarium „Badania nawierzchni drogowych”, Gdańsk 18 – 19 listopad 2002r. Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny, Katedra Pojazdów i Maszyn Roboczych.

3.2. Rozwój kadry naukowej

Jestem promotorem pomocniczym doktoratu Wojciecha Owczarzaka – doktorat w toku.

3.3. Działalność opiniotwórcza

1. Ocena emisji hałasu generowanego przez Zespół pompowy z filtrem WG ZTGD 857642, wykonana na zlecenie firmy DRACON sp. z o.o., ul. Hutnicza 51, 81-061 Gdynia, NIP: 588-20-30-625, 2004-10-22.

3.4. Działalność dydaktyczna

- Prowadzone zajęcia dydaktyczne:
 - Osprzęt i automatyka samochodowa
 - Praca przejściowa / Projekt zespołowy
 - Diagnostyka pojazdów
 - Napędy elektryczne maszyn
- Przedmioty autorskie:
 - Napędy elektryczne maszyn
- Inne formy działalności dydaktycznej:
 - Jestem członkiem Komisji do Spraw Dyplomowania na kierunku Transport
 - Jestem współautorem kilkunastu instrukcji do ćwiczeń laboratoryjnych
 - Brałem udział (i nadal biorę) w organizowaniu bazy laboratorium elektrotechniki i automatyki samochodowej
 - Jestem promotorem 172 prac dyplomowych (80 mgr, 92 inż.) oraz recenzentem 286 prac dyplomowych (141 mgr, 145 inż.)

3.5. Konferencje naukowe

Wygłaszałem referaty na konferencjach:

- Konferencja MECHANIKA'99 „Nauka i praktyka”. Gdańsk 1999r.
- VII Międzynarodowe Sympozjum IPM Doskonalenie Konstrukcji oraz Metod Eksploatacji Pojazdów Mechanicznych. Warszawa - Rynia, 8-10 grudzień 1999r.
- Międzynarodowa Konferencja Naukowa KONMOT-AUTOPROGRES 2000 "Doskonalenie, konstrukcji, technologii i eksploatacji pojazdów". 17 - 20.10.2000r., Zakopane
- IV Koszalińska Konferencja Naukowo-Techniczna „Hałas - Profilaktyka - Zdrowie 2000”. Kołobrzeg, 15 - 17 listopada 2000 r.
- V Koszalińska Konferencja Naukowo-Techniczna „Hałas - Profilaktyka – Zdrowie 2001”. Kołobrzeg, 5-7 grudnia 2001 r.
- Międzynarodowa Konferencja Motoryzacyjna KONMOT–AUTOPROGRES. Zakopane, 23-26 września 2004 r.
- KONMOT 2016 „Scientific Conference on Automotive Vehicles and Combustion Engines”. Kraków, 22 – 23 września 2016r.
- XX Słupskie Forum Motoryzacji „Innowacje w konstrukcji samochodów a ochrona środowiska”. Słupsk, 26 – 28 maja 2017r.

Uczestniczyłem w konferencjach:

- II Konferencja Naukowo-Techniczna Pojazd a Środowisko. Jedlnia-Letnisko, 9-10 czerwca 1999 r. Radom
- Napędy i Sterowanie'99. V Seminarium towarzyszące V Targom Producentów, Kooperantów i Sprzedawców Zespołów Napędowych i Układów Sterowania. Gdańsk 24.02 - 26.02.1999r.
- Tire Technology Expo 2006, Stuttgart Messe, Germany, 7 - 9 March 2006r.

- 16th International Congress on Sound and Vibration: Recent Developments Inacoustics, Noise and Vibration, Kraków, 5-9 July, 2009r.
- II International Conference Environmentally Friendly Roads: ENVIROAD 2009, Warsaw, October, 15-16, 2009
- XXV Sympozjonu PKM, Gdańsk, 12-18.09.2011r.
- XXI International Symposium, Research-Education-Technology, Gdańsk, 23 - 24.05.2013r.
- Troisieme Congres Tunisien de Mécanique. 24 - 26 March 2014, Sousse Tunisie, s.1-2
- ICSV22 Florence 2015, The 22nd International Congress on Sound and Vibration, Florence, Italy, 12 - 16 July 2015.
- Tire Technology Expo 2017, Deutsche Messe, Hannover, Germany, February 14-16 2017
- VII International Congress on Combustion Engines, Polish Scientific Society of Combustion Engines, Poznań, Poland, June 27-29 2017
- Inter-Noise 2017, The 46th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Hong Kong, August 27-30 2017

3.6. Nagrody i wyróżnienia

- Nagroda Rektora Politechniki Gdańskiej: Indywidualna II stopnia za wyróżniającą się działalność badawczo-rozwojową w 2016 roku.
- Nagroda Rektora Politechniki Gdańskiej: Indywidualna III stopnia za szczególne osiągnięcia naukowe w 2015 roku.
- Nagroda Rektora Politechniki Gdańskiej: Zespołowa II stopnia za szczególne osiągnięcia naukowe w 2014 roku.
- Nagroda Rektora Politechniki Gdańskiej: Indywidualna III stopnia za szczególne osiągnięcia naukowe w 2013 roku.
- Nagroda Rektora Politechniki Gdańskiej: Zespołowa III stopnia za wyróżniającą się działalność dydaktyczną w 2010 roku.
- Nagroda Rektora Politechniki Gdańskiej: Indywidualna II stopnia za wyróżniającą się działalność dydaktyczną w roku akad. 2000/2001.
- Nagroda Rektora Politechniki Gdańskiej: Zespołowa II stopnia za wyróżniającą się działalność dydaktyczną w roku akad. 2000/2001.
- Nagroda Rektora Politechniki Gdańskiej: Zespołowa II stopnia za wyróżniającą się działalność dydaktyczną w roku akad. 1999/2000.
- Nagroda Rektora Politechniki Gdańskiej: Zespołowa II stopnia za wyróżniającą się działalność dydaktyczną w roku akad. 1998/1999.
- Nagroda jubileuszowa za 20 lat pracy przyznana w 2016.

3.7. Tabelaiczne podsumowanie dorobku

Rodzaj osiągnięcia naukowego	Przed doktoratem	Po doktoracie	Razem
Publikacje w czasopismach zawartych w bazach Journal Citation Reports – lista A MNiSW	0	3	3
Publikacje w recenzowanym czasopiśmie krajowym lub zagranicznym wymienionym w wykazie ministra – lista B MNiSW	0	15	15
Rozdziały w książkach o zasięgu międzynarodowym	0	1	1
Rozdziały w książkach o zasięgu krajowym	0	2	2
Wygłoszone referaty na międzynarodowych i krajowych konferencjach w Polsce	6	2	8
Pozostałe recenzowane publikacje i materiały konferencyjne, raporty	28	48	76
Działalność opiniotwórcza (recenzje)	1	0	1
Patenty (zgłoszenia patentowe)	0	1(4)	1(4)
Liczba cytowań wg bazy:			
a) Web of Science	0	10	WoS=10 GSch=99 Sc=21 RG=19
b) Google Scholar	0	99	
c) Scopus	0	21	
d) Research Gate	0	19	
Index Hirsha wg bazy:			
a) Web of Science	0	2	HWoS=2 HGSch=5 HSc=2 HRG=2
b) Google Scholar	0	5	
c) Scopus	0	2	
d) Research Gate	0	2	
Sumaryczny Impact Factor publikacji naukowych według listy Journal Citation Reports – <i>patrz</i> <i>uwagi w rozdziale 3.8.</i>	0	3,195	IF=3,195
Organizacja konferencji naukowych	1	0	1
Udział w projektach:			
• krajowych	5	14	19
• zagranicznych	12	31	43
Nagrody	4	6	10
Promotor pomocniczy (w tym doktoraty obronione)	0	1(0)	1(0)

3.8. Aktualne wskaźniki bibliograficzne

Baza	H - index	Liczba cytowań
Web of Science	2	10
Scopus	2	21
Google Scholar	5	99
Research Gate	2	19

Sumaryczny **Impact Factor** wg Journal Citation Report:

- jedna publikacja w **International Journal Of Automotive Technology** w 2016 r.: IF = 0,897 – zgodnie z rokiem publikacji
- jedna publikacja w **Road Materials and Pavement Design** w 2017 r.: IF = 1,401 – jest to współczynnik z 2016 roku – nowszy nie jest jeszcze znany
- jedna publikacja w **International Journal Of Automotive Technology** w 2018 r.: IF = 0,897 – jest to współczynnik z 2016 roku – nowszy nie jest jeszcze znany

Uwzględniając powyższe uwagi **sumaryczny IF wynosi: 3,195.**

Sumaryczna liczba punktów według **Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego wynosi: 232.**

3.9. Oświadczenia autora

Załączniki:

- Tabela (pozycje literaturowe + wkład własny)
- Oświadczenia współautorów

Grzegorz Ronowski